Republika Hrvatska

Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku

Prilog I

Elaborati razrade scenarija

2019

GLAVNA RADNA SKUPINA
HRVATSKE PLATFORME ZA SMANJENJE RIZIKA OD KATASTRTOFA

1. SADRŽAJ

1. Sadržaj 2
2. Metodologija procjene rizika, prikupljanje i analiza podataka 3
3. Scenariji 5
3.1. Bolesti bilja 6
3.2. Bolesti životinja 25
3.3. Ekstremne temperature 64
3.4. Epidemije i pandemije 100
3.5. Industrijske nesreće 123
3.6. Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela 158
3.7. Potres 196
3.8. Požari otvorenog tipa 253
3.9. Snijeg i led 275
3.10. Suša 307
3.11. Zaslanjenost kopna 330
3.12. Složeni rizik 351
3.13. Nuklearne nesreće 387
3.14. Radiološke nesreće 433
3.15. Klizišta 474
3.16. Onečišćenje mora 502
4. Popis slika i tablica 539
5. Popis sudionika u izradi Procjene rizika od katastrofa 557

2. METODOLOGIJA PROCJENE RIZIKA, PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA

Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj skup je sektorskih procjena rizika izraženih u scenarijima utemeljenim na prijetnjama koje mogu izazvati neželjene posljedice na području Republike Hrvatske.
Obzirom na složenost izrade Procjene rizika, odnosno na razlike između rizika, prilikom izrade Procjene na nacionalnoj razini bitno je postići konsenzus. Upravo iz tih razloga Smjernicama za izradu Procjene rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj definirani su zajednički koraci, vrijednosti i kriteriji kojih se moraju držati svi sudionici u izradi Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.

Procjena je izrađena na temelju scenarija za svaki pojedini rizik. Scenarij je, u kontekstu procjenjivanja rizika, način predstavljanja procijenjenih najvećih mogućih i najvjerojatnijih rizika.
Scenarije su izradila tijela koja se u svom svakodnevnom radu bave područjem određenih rizika te su stoga istovremeno i najodgovornija i stručno najkompetentnija u relevantnom području. Svrha scenarija je pripremiti sliku svih prirodnih i tehničko-tehnoloških rizika na cjelokupnom području Republike Hrvatske.

Svaki scenarij razradila je skupina stručnjaka iz ministarstava, uprava, ureda, znanstvenih institucija i drugih tijela javne vlasti pod vodstvom koordinatora za svaki pojedini rizik. Izrađeni scenariji te podaci za izradu karata za cjelokupni teritorij Republike Hrvatske po završetku procesa predani su na ujedinjavanje u jedinstveni dokument.

Radne skupine odabrale su scenarije za svaki prethodno utvrđeni rizik relevantan za Republiku Hrvatsku, obrazložile odabrani scenarij te ga razradile sukladno osmišljenoj metodologiji za određeni scenarij, a metodologiju, analizu podataka te rezultate anliza i znanstvenih istraživanja opisale u sklopu Procjene rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku te su one prikazane u ovom Prilogu za svaki od obrađenih rizika.

Cilj provođenja analize rizika je uspostavljanje standarda, odnosno dobivanje međusobno usporedivih rezultata za utvrđivanje vjerojatnosti/frekvencije i posljedica za svaki identificirani rizik. Radne skupine samostalno su odredile hoće li koristiti kvantitativnu ili kvalitativnu metodu i način prikazivanja rezultata, dok su koordinatori detaljno opisali vođenje procesa i metodologiju pomoću koje su došli do rezultata
Odabrani scenariji u svojoj podlozi imaju karte prijetnji te karte izloženosti stanovništva i okoliša, imovine, kritične infrastrukture, gospodarskih objekata i zaštićenih područja cijele Republike Hrvatske.

Scenarij opisuje dvije vrste događaja:

- najvjerojatniji neželjeni događaj
- događaj s najgorim mogućim posljedicama.

Za potrebe prve Procjene, analizom preliminarnih scenarija, odabrano je 11 jednostavnih rizika i jedan složeni i to:

1. Bolesti bilja
2. Bolesti životinja
3. Ekstremne temperature
4. Epidemije i pandemije
5. Industrijske nesreće
6. Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela
7. Potres
8. Požari otvorenog tipa
9. Snijeg i led
10. Suša
11. Zaslanjivanje kopna
12. Složeni rizik – potres i poplava

Za potrebe ažuriranja i nadopune Procjene rizika 2019. godine Glavna radna skupina Hrvatske platforme odabrala je i izvršila:

Ažuriranja Procjene 2015.

3. Ekstremne temperature
5. Industrijske nesreće
7. Potres
8. Požari otvorenog tipa

Rezultati preostalih procjena rizika iz Procjene 2015. određeni su relevantnim sa razdoblje za koje se Procjena 2019. izrađuje, a podaci korišteni za analizu nepromijenjenim u smislu utjecaja na rezultate procjene.

Nadopune Procjene 2019.

13. Nuklearne nesreće
14. Radiološke nesreće
15. Klizišta
16. Onečišćenje mora

3. SCENARIJI

1. Unos i širenje zlatne žutice vinove loze (Grapevine Flavescence-dorée phytoplasma) na području Vukovarsko-srijemske županije
2. Unos i širenje uzročnika bolesti slinavke i šapa na području Republike Hrvatske
3. Pojava toplinskih valova na području grada Zagreba
4. Pandemija influence na području cijele Republike Hrvatske
5. Industrijske nesreće na području postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad operatera INA - INDUSTRIJA NAFTE d.d.
6. Poplave na vodnom području rijeke Dunav
7. Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog razdoblja usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti
8. Požari raslinja na otvorenom prostoru
9. Prometni i energetski kolaps u gorskoj Hrvatskoj uzrokovan snijegom i ledom
10. Suša na području Osječko-baranjske županije
11. Zaslanjenost tla u dolini Donje Neretve
12. Potres i poplava na području grada Zagreba
13. Izvanredni događaj u Nuklearnoj elektrani Krško
14. Opasni radioaktivni izvor van regulatorne kontrole
15. Pojava masovnih klizišta
16. Iznenadno onečišćenje Jadranskog mora uljem/smjesom ulja većih razmjera s plovnih objekata

3.1. *Bolesti bilja*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.1.1. OPIS SCENARIJA

3.1.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Unos i širenje zlatne žutice vinove loze (Grapevine Flavescence-dorée phytoplasma) na području Vukovarsko-srijemske županije
Grupa rizika:
Biljne i životinjske bolesti
Rizik:
Bolesti bilja
Radna skupina
***Koordinator**:*
Ministarstvo poljoprivrede
***Glavni nositelj**:*
Ministarstvo poljoprivrede
Glavni izvršitelj:
Ministarstvo poljoprivrede

3.1.1.2. *Uvod*

Vinova loza je, temeljem Pravilnika o postupku registracije sredstava za zaštitu bilja (NN 57/07), u Republici Hrvatskoj određena kao velika kultura. Vinogradarstvo i vinarstvo u Republici Hrvatskoj predstavlja stratešku granu poljoprivredne proizvodnje s dugogodišnjom tradicijom, a proizvodnju vina možemo okarakterizirati kao iznimno važnu gospodarsku djelatnost koja ima tendenciju razvoja kvalitete. Stoga je Ministarstvo poljoprivrede (MP) donijelo Nacionalni program za pomoć sektoru vina za razdoblje 2014.-2018., koji je u skladu s Uredbama (EZ) br. 1234/2007 i br. 555/2008. Opći ciljevi ovog programa su povećanje proizvodnje kvalitetnih vina i povećanje konkurentnosti proizvođača kroz premještanje vinograda na područja koja osiguravaju kvalitetnije grožđe, kroz modernizaciju vinogradarskih tehnika, kroz nova ulaganja u infrastrukturu vinarija i prerađivačkih kapaciteta, a u cilju smanjenja troškova proizvodnje i uzimajući u obzir zahtjeve iz područja sigurnosti hrane i visokih ekoloških standarda u procesu proizvodnje.

Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (DZS RH) iz 2014., u Republici Hrvatskoj je ukupno posađeno 21.074,76 ha vinograda. Agencija za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR) navodi kako se u Vukovarsko-srijemskoj županiji (VSŽ) nalazi 1.650,15 ha pod vinovom lozom.

Vinovu lozu, kao i sve kulturne biljke, napadaju i oštećuju brojni štetni organizmi koji uzrokuju smanjenje uroda i kakvoće grožđa, a time i vina i drugih proizvoda od grožđa, a neki mogu uništiti pojedine trsove, pa i cijeli vinograd. Zlatna žutica vinove loze – fitoplazma *Flavescence dorée* (FD) svakako je najopasnija bolest vinove loze u Europi, ne samo fitoplazmatska, nego bolest uopće. U vinogradima u kojima se pojavi brzo se širi i ubrzo poprima razmjere epidemije te pričinjava velike štete u gubitku grožđa i trajnom gubitku zaraženih trsova. Prvi nalaz zlatne žutice vinove loze u Hrvatskoj potvrđen je 2009., a u Vukovarsko-srijemskoj županiji 2013. godine. Pojava ove opasne bolesti za koju je svojstveno epidemijsko širenje vektorom američkim cvrčkom (*Scaphoideus titanus Ball, 1932*), čija je nazočnost zabilježena 2003. i u vinogradarskoj podregiji Podunavlje, u vinogradima Vukovarsko-srijemske županije koju karakterizira velik broj hektara posađenih vinogradima, ukazuje na visok fitosanitarni rizik. Obzirom da karantenski štetni organizam može prouzrokovati ogromne gospodarske štete, katastrofe izazvane fitoplazmom FD predstavljaju biološku prijetnju, odnosno realan potencijalni rizik propadanja ove važne kulture za RH. Širenje zlatne žutica vinove loze može uzrokovati materijalnu štetu velikih razmjera, gubitak izvora prihoda i usluga, socijalne i ekonomske poremećaje ili ekološku štetu na području Vukovarsko-srijemske županije.

3.1.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.1.1.4. *Kontekst*

Vukovarsko-srijemska županija (VSŽ) je najistočnija hrvatska županija i nalazi se na prostoru zapadnog Srijema (*Slika 6.1.-1.*). Županija zauzima prostornu površinu od 2.448 km^2, što predstavlja oko 4,3 % od ukupne površine RH. Prema posljednjem službenom popisu stanovništva iz 2011., VSŽ je imala 179.521 stanovnika (4,19 % ukupnog stanovništva Hrvatske) (DZS RH, 2011). Županija je administrativno podijeljena u 5 gradova (Vukovar, Vinkovci, Županja, Ilok i Otok) i 26 općina *(Slika 6.1.-2.*) sa 84 pripadajuća naselja.

Slika 6.1.-1. – Vukovarsko-srijemska županija

Postojeća struktura gospodarstva i instalirani kapaciteti, koji su ranije svrstavali VSŽ u krug gospodarski najrazvijenijih dijelova Republike Hrvatske, te nedovoljno iskorištene mogućnosti i svjetski trendovi razvitka, koji neminovno prate i ovo gospodarstvo, dobra su pretpostavka sveukupnom budućem razvitku. Cjelokupno razdoblje od osamostaljenja Republike Hrvatske do danas je razdoblje ratnih događanja te paralelno vođenog procesa privatizacije i restrukturiranja gospodarskih subjekata. U takovim okolnostima jasno je kako se ukupni društveni i gospodarski život odvijao otežano i smanjenim intenzitetom, a započeti tranzicijski procesi nerijetko su bili usmjereni u krivom pravcu. Sve to rezultiralo je padom gospodarske aktivnosti, veoma niskom razinom korištenja instaliranih kapaciteta, gubitkom velikog dijela tradicionalnih tržišta, zatvaranjem jednog dijela proizvodnih kapaciteta, viškom zaposlenih, velikim štetama na gospodarskim potencijalima, posebice na prostoru hrvatskog Podunavlja, usmjeravanjem slobodnih sredstava na sanaciju uništenog umjesto u razvitak i ostalim sličnim posljedicama. Okupacija velikog dijela Županije (preko 50 %) onemogućila je na tom prostoru primjenu općeg koncepta privatizacije i restrukturiranja, koji nažalost ni dandanas nije proveden na odgovarajući način.

Klima ovog područja je umjereno kontinentalna sa sunčanim i vrućim ljetima, te hladnim zimama sa snijegom. Srednja godišnja temperatura iznosi 11,2 °C, dok srednje godišnje padaline variraju od istoka prema zapadu, a kreću se oko 650 mm. Na području županije ukupno je izdvojeno 14 tipova tala, od čega 6 pripada automorfnim, a 8 hidromorfnim tlima.

Prema strukturi površina u županiji prevladavaju oranice, vinogradi, voćnjaci i šume. Prema podacima Upravnog odjela za poljoprivredu, šumarstvo i ruralni razvoj Vukovarsko – srijemske županije (UOPŠR VSŽ) iz 2012., od ukupnih 241.309 ha županijskih poljoprivrednih površina 93,01 % odnosi se na oranice, 2,90 % na pašnjake, 0,65 % na livade te 1,38 % na vinograde i 1,72 % na voćnjake. Najviše se proizvode pšenica, kukuruz, šećerna repa i duhan, a u području od Vukovara do Iloka poseban je naglasak dan na vinogradarstvo i vinarstvo. Poljoprivreda je uz prehrambenu i prerađivačku industriju najznačajnija djelatnost s dominantnom ulogom u ukupnoj gospodarskoj strukturi, čija se zastupljenost kretala od oko 60 % u prijeratnom razdoblju do današnjih 40-ak %.

Slika 6.1.-2. – Općine Vukovarsko-srijemske županije

3.1.1.5. *Uzrok*

Zlatna žutica vinove loze – fitoplazma Flavescence dorée (FD)

Fitoplazme su mikroorganizmi iz razreda *Mollicutes*. Mogu preživjeti samo u kukcu vektoru i floemu biljke domaćina, gdje ometaju tok hranjivih tvari i hormonsku ravnotežu biljke.

Zlatna žutica vinove loze – fitoplazma *Flavescence dorée* (FD) prvi se puta pojavila u jugozapadnoj Francuskoj 1955. Uslijedilo je njezino ubrzano širenje i pojavljivanje na Korzici, u Italiji i Španjolskoj, a zatim u Portugalu i Švicarskoj. Nedavno je njezina pojava zabilježena u Srbiji, Sloveniji i Austriji. Prva pojava zlatne žutice vinove loze potvrđena je 2009. i u Hrvatskoj. Za epidemijsko širenje fitoplazme *Flavescence dorée* odgovoran je, zasada jedini poznati prirodni vektor, američki cvrčak

(*Scaphoideus titanus Ball, 1932*) [*Hemiptera: Cicadomorpha: Membracoidea: Cicadellidae: Deltocephalinae: Althysanini*], koji je prenosi hranjenjem sa zaraženog trsa na zdravi trs. U Hrvatskoj je prvi puta otkriven u vinogradima u Iloku, Novigradu i Štrigovi 2003. Osim vektorom, fitoplazma FD rasprostranjuje se i zaraženim sadnim i reprodukcijskim materijalom. Izvor tzv. „skrivene ili latentne zaraze“ za lozne cjepove mogu biti inficirane plemke i podloge u matičnjacima.

Simptomi FD na oboljelom se trsu pojavljuju najčešće krajem lipnja, a prema jeseni sve su više izraženi. Pojavljuju se često na čitavom trsu, ali mogu zahvatiti samo dijelove trsa kao što su pojedinačne mladice na lucnju ili rezniku. Fitoplazmom zaraženi trsovi pokazuju čitav niz svojstvenih simptoma:

1. Rubovi lišća počinju se uvijati prema naličju tako da list poprima kopljasti izgled, lisna plojka požuti kod bijelih, a pocrveni kod crvenih sorata vinove loze, dok dijelovi lista nekrotiziraju (*Slike 6.1.-3. do 6.1.-8.*). Lišće je uslijed nagomilavanja šećera krto pa se kod stiskanja rukom drobi, za razliku od zdravog lista koji se gužva. Zaraženo lišće razvija se ranije, ali otpada kasnije od nezaraženog.

Slika 6.1.-3. – Simptomi žućenja, uvijanja i pojava nekroza na zaraženom lišću bijelih sorata vinove loze (Izvor: Ž.Budinšćak)

Slika 6.1.-4. – Trs bijele sorte vinove loze zaražen FD (Izvor: Ž.Budinšćak)

***Slika 6.1.-5. – Kopljasti izgled na trsu zaraženom FD* (Izvor: Ž.Budinšćak)**

Slika 6.1.-6. – Uvijanje rubova listova prema naličju (Izvor: Ž.Budinšćak)

Slika 6.1.-7. – Trs crvene sorte zaražen FD (Izvor: Ž.Budinšćak)

Slika 6.1.-8. – Trs crvene sorte zaražen FD (Izvor: Ž.Budinšćak)

2. Patološke promjene vidljive su i na mladicama. Skraćeni su internodiji pa je lišće gušće raspoređeno. Odrvenjavanje mladica je poremećeno, odnosno mladice potkraj ljeta ili početkom jeseni ne odrvenjavaju, već ostaju zelene pa se tijekom zime smrzavaju i propadnu. (*Slike 6.1.-9. i 10.*)

Slika 6.1.-9. – Mladice na zaraženom trsu početkom jeseni ne odrvenjavaju, već ostaju zelene (Izvor: Ž.Budinšćak)

Slika 6.1.-10. – Simptom FD zaražena – neodrvenjena mladica (Izvor: Ž.Budinšćak)

3. Cvatnja i oplodnja najčešće su poremećene. Bobe, ili često cijeli grozdovi, smežuraju se i suše, za razliku od zdravih grozdova, što se odražava na bitno smanjenom urodu i kakvoći grožđa (*Slike 6.1.-11. do 13.*). Oboljeli trsovi obično odumiru nakon 2 do 3 godine.

Slika 6.1.-11. – Smežurane i osušene bobe grožđa na zaraženom trsu (Izvor: Ž.Budišćak)

Slika 6.1.-12. – Osušeni grozd odmah nakon oplodnje (Izvor: Ž.Budišćak)

Slika 6.1.-13. – Osušeni grozd odmah nakon oplodnje (Izvor: Ž.Budišćak)

Fitoplazma FD živi u sitastim cijevima floema vinove loze te ometa protok produkata fotosinteze iz lista u korijen trsa. Pojednostavljeno, začepljuje sitaste cijevi floema, uslijed čega dolazi do nagomilavanja asimilata u lišću, što uzrokuje pojavu već opisanih simptoma. Iako su opisani simptomi bolesti karakteristični, pouzdana detekcija i relevantna identifikacija FD moguća je samo molekularnim metodama laboratorijske analize (PCR).

Prirodni vektor FD, američki cvrčak (*S. titanus*) (*Slika 6.1.-14. i 15.)* podrijetlom je iz Sjeverne Amerike. U Europi je prvi put pronađen u Francuskoj 1958. godine (*Boudon-Padieu, 2002*), a kao vektor FD fitoplazme utvrđen je, također u Francuskoj, 1963. godine (*Schvester i sur., 1963*). Kasnije se proširio i u druge europske zemlje: Portugal, sjevernu Španjolsku, Italiju, Švicarsku i Sloveniju. Nedavno je potvrđena njegova pojava i u Srbiji, Mađarskoj, Austriji te u Bosni i Hercegovini (*Slika 6.1.-16.*). U Hrvatskoj je američki cvrčak prvi put otkriven u vinogradima u Iloku, Novigradu i Štrigovi 2003. godine (*Budinšćak i sur., 2005*).

Slika 6.1.-14. – Američki cvrčak – S.titanus (Izvor Ž.Budišćak)

Slika 6.1.-15. – Ličinka američkog svrčka – S.titanus (Izvor Ž.Budišćak)

Američki cvrčak je ampelofagna vrsta koja čitav život provede na vinovoj lozi te hranjenjem, sišući biljne sokove iz sitastih cijevi floema, prenosi fitoplazmu FD sa zaraženih na zdrave trsove u tri faze (etape):

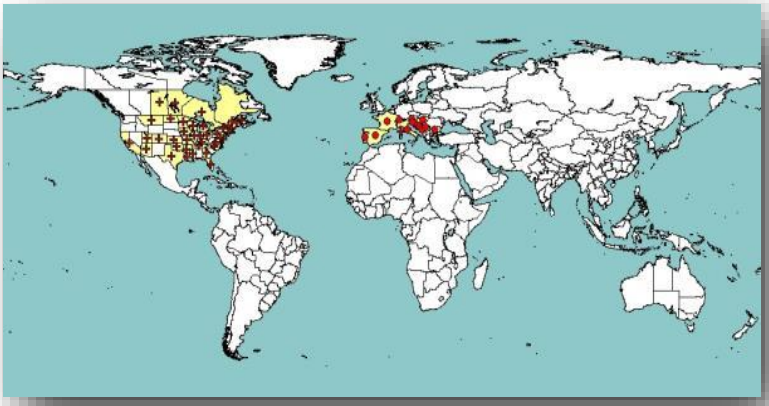
Razdoblje unošenja

Svi razvojni stadiji američkog cvrčka, od novoizleženih ličinki do kraja života odraslih oblika, hranjenjem, sišući

biljne sokove iz floema na zaraženim trsovima, unose fitoplazmu FD u svoj organizam i postaju zaraženi. Vektor američki cvrčak nije sposoban odmah nakon unošenja u organizam prenijeti fitoplazmu na zdrave trsove.

Latentno razdoblje

Nakon unošenja, fitoplazma se umnožava u tijelu vektora prolazeći kroz latentno razdoblje koje traje 4–5 tjedana. Završetkom latentnog razdoblja vektor postaje zarazan.



Slika 6.1.-16. – Rasprostranjenost vrste S.titanus (Izvor: EPPO PQR, 2014)

Razdoblje inokulacije

Tijekom razdoblja inokulacije zaražene i zarazne ličinke koje to postaju već od trećeg razvojnog stadija i odrasli vektori do kraja svog života, hraneći se na zdravim trsovima, slinom prenose fitoplazmu FD u floem.

Nakon što vektor svojim hranjenjem zarazi trs fitoplazmom FD, simptomi bolesti će se pojaviti tek u ljeto iduće godine. Razdoblje u kojem američki cvrčak može prenijeti fitoplazmu FD na zdrave trsove traje u prosjeku 3 mjeseca. Postotak zaraženih vektora fitoplazmom FD raste razmjerno s njihovim starenjem, tj. sa stadijem

Slika 6.1.-17. – Lokaliteti na kojima je nađen S.titanus i FD (Izvor: HCPHS-ZZB, 2014)

razvoja. Ako je u vinogradu prisutan američki cvrčak, on može vrlo brzo proširiti fitoplazmu vinogradom (*Budinšćak i sur., 2012*).

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

U Hrvatskoj se istraživanja fitoplazmi vinove loze sustavno provode još od 2002. godine u sklopu programa posebnog nadzora „Fitoplazme vinove loze i vektori" kojeg provode Fitosanitarna inspekcija MP u suradnji s Hrvatskim centrom za poljoprivredu, hranu i selo - Zavodom za zaštitu bilja (HCPHS – ZZB). Zlatna žutica vinove loze – fitoplazma FD je štetni organizam (ŠO) koji je na području VSŽ prvi puta potvrđen 2013. godine u vinogradima u Iloku (*Slika 6.1.-17.*) Pojedinačno zaraženi čokoti su sukladno propisanoj „Naredbi o poduzimanju mjera za sprječavanje širenja i suzbijanje zlatne žutice vinove loze, koju prouzrokuje štetni organizam Grapevine flavescence dorée MLO" (NN 7/2013; http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_01_7_122.html) eradicirani tako da se bolest u tim vinogradima nije širila dalje. Međutim Zlatna žutica vinove loze ponovo se pojavila na drugim lokacijama VSŽ.

Posjednici vinove loze na području VSŽ sukladno Naredbi obvezni su, za vrijeme vegetacije, provoditi redovite vizualne preglede bilja te ako uoče simptome zaraze ŠO o tome odmah izvijestiti nadležnog fitosanitarnog inspektora, koji o tome izvješćuje nadležnu upravu Ministarstva poljoprivrede.

Okidač koji je uzrokovao katastrofu

Kako izravnih mjera suzbijanja fitoplazmi nema, mjere za sprječavanje širenja i suzbijanje FD propisane Naredbom moraju se dosljedno i sustavno provoditi na području VSŽ, jer u suprotnom obzirom na ukupne površine vinograda i zastupljenost sorata vinove loze u županiji te obzirom na infekcijski potencijal i proširenje bolesti i vektora u RH i susjednoj Srbiji, ovaj karantenski štetni organizam mogao bi uzrokovati propadanje vinograda katastrofalnih razmjera.

3.1.2. DOGAĐAJ

U VSŽ ukupno je posađeno ukupno 1.719,37 ha vinograda, a najveći dio nalazi se oko Iloka i Vukovara. Upravo je na području Iloka FD potvrđena 2013. i prvi puta je detektiran njen vektor, američki cvrčak (*S. titanus*) 2003. U sortimentu prevladava sorta Graševina koja je posađena na 1.016,27 ha, odnosno na 59,11 % ukupnih površina. Ne pokazuju sve sorte vinove loze jednaku podložnost zarazi s FD. Sorta Graševina je prema podacima literature vrlo osjetljiva na zarazu fitoplazmom FD. Svakako najosjetljivija sorta je *Chardonnay* (70,69 ha - 4,11 %), a zatim slijede *Pinot* sivi, *Cabernet sauvignon*, *Pinot* bijeli, Traminac (41,43 ha - 8,23 %), Frankovka (144,091 ha – 8,38 %) i dr.

Inokulum fitoplazme FD prisutan u vinogradima, visoka populacija vektora *S. titanus* koja egzistira u vinogorju na području Iloka, nemogućnost kurativnog suzbijanja bolesti i osjetljivost sortimenta

vinove loze zastupljenog u županiji realni su potencijal za pojavu katastrofalnih šteta u uzgoju vinove loze i proizvodnji vina u VSŽ.

3.1.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Provođenje svih mjera propisanih Naredbom od strane posjednika bilja, odnosno vinogradara i rasadničara vinove loze, fitosanitarne inspekcije MP i stručnjaka HCPHS-ZZB osigurati će da se fitoplazma FD u nezaraženom, sigurnosnom i eventualno u žarištu zaraze na području VSŽ stavi pod kontrolu.

3.1.2.1.1. POSLJEDICE

Provođenje svih mjera propisanih Naredbom u vinogradima na području VSŽ koje uključuju praćenje i suzbijanje vektora fitoplazme FD te praćenje pojave i eradikaciju oboljenja vinove loze krčenjem zaraženih trsova imati će za posljedicu, zbog eventualne lokalne, izolirane pojave zaraze štete u rasponu od 5-10 % (*Tablica 6.1.-1. – Najvjerojatnije štete*). Štete će se očitovati u pojedinačnom propadanju zaraženih trsova i smanjenju uroda grožđa, odnosno količine proizvedenog vina.

Tablica 6.1.-1. – Najvjerojatnije štete

Najvjerojatnije štete		
Početni prihod	**128.952.750**	
Gubitak uzrokovan štetom (% štete)	5	10
Razlika prihoda	**-6.447.638**	**-12.895.275**
Razlika FR	-2.767.842	-5.535.684
Razlika dohotka	-2.767.842	-5.535.684

3.1.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Eventualni izolirani ekscesi u smislu lokalne pojave simptoma zaraze vinove loze fitoplazmom FD neće posredno ili neposredno utjecati na život i zdravlje ljudi na području VSŽ. U potencijalnim žarištima zaraze potrebno je obvezatno provesti mjere eradikacije bolesti sukladno Naredbi.

Tablica 6.1.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.1.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Očekivana realna simptomatologija i patologija fitoplazme FD i njenog vektora američkog cvrčka (*S. titanus*) u vinogradima na području VSŽ u smislu pojave pojedinačnih zaraženih čokota fitoplazmom FD koji će biti uklonjeni i uništeni te nadomješteni zdravim sadnim materijalom neće smanjiti tržišnu vrijednost vinograda i negativno utjecati na gospodarstvo.

Tablica 6.1.-3. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.1.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Eventualni izolirani slučajevi pojave zaraze vinograda fitoplazmom FD na području VSŽ neće imati negativan učinak na društvenu stabilnost i politiku.

Tablica 6.1.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.1.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.1.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.1.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Realna procjena razvoja situacije s fitoplazmom FD u vinogradima VSŽ predviđa mogućnost njenog epidemijskog širenja ukoliko se ne provode sve mjere propisane u Naredbi, a koje se sastoje u obveznom krčenju zaraženih trsova sa simptomima zaraze i obvezatnom suzbijanju američkog vrčka kao vektora, kao i redovito praćenje pojave novozaraženih trsova i populacije vektora.

Tablica 6.1.-7. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	**X**

3.1.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Fitoplazma FD i njen vektor američki cvrčak (*S. titanus*) prošireni su u vinogradarskim područjima kontinentalne Hrvatske, posebice u njenom sjeverozapadnom dijelu. Hipotetski, moguće je epidemijsko širenje bolesti sadnim materijalom zaraženim fitoplazmom FD ili pasivno prirodnim vektorom iz zaraženog područja u vinograde VSŽ, gdje bi ako izostane provođenje mjera sprječavanja širenja i suzbijanja fitoplazme FD propisanih Naredbom, ovaj karantenski štetni organizam mogao uzrokovati propadanje vinograda katastrofalnih razmjera.

Procjenjuje se kako bi epidemijsko širenje fitoplazme FD u vinogradima na području VSŽ uzrokovano neprovođenjem mjera za sprječavanje širenja i suzbijanja ovog štetnog organizma propisanih Naredbom, poprimilo u razdoblju od nekoliko godine katastrofalne razmjere, što bi imalo za posljedicu štete u vinogradarskoj proizvodnji županije u rasponu od 90-100 % (*Tablica 6.1.-7.*). Također dolazi do pada vrijednost zemljišta, te je potrebno uložiti znatna financijska sredstva u obnovu nasada. Vrijednost zemljišta iznosi 77.600,00 kn/ha, a obnova vinograda 315.648,00 kn/ha što u konačnici dovodi do ukupne štete od 695.411.493,48 kn.

Tablica 6.1.-8. – Najgore štete

Najgore štete	
Početni prihod	**128.952.750**
Gubitak uzrokovan štetom (% štete)	90
Razlika prihoda	**-116.057.475**
Razlika FR	-86.619.110
Razlika dohotka	-86.619.110

3.1.2.2.1. POSLJEDICE

3.1.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Masovno propadanje vinograda uzrokovano zarazom fitoplazmom FD posredno neće utjecati negativno na život i zdravlje ljudi, ali će kroz redukciju financijskih sredstava ostvarenih prodajom vina utjecati negativno na kvalitetu života ljudi na gospodarstvima koja se bave vinogradarstvom u VSŽ. To će rezultirati socijalnom nesigurnošću ljudi, nižim životnim standardom, promjenom strukture poljoprivredne proizvodnje i poljoprivrednih gospodarstava u županiji, migracijom radne snage, depopulacijom stanovništva te općenito ugrožavanjem života i zdravlja ljudi.

Tablica 6.1.-9. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.1.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Propadanje vinograda širokih razmjera u VSŽ uzrokovano fitoplazmom FD imalo bi u najgorem slučaju za posljedicu gotovo totalnu štetu u rasponu od 90% (*Tablica 6.1.-7.*)

Tablica 6.1.-10. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	X
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.1.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Propadanje vinograda uzrokovano fitoplazmom FD imati će za posljedicu financijski krah i gašenje 537 gospodarstava koja se bave vinogradarstvom i vinarstvom u VSŽ, što će utjecati na porast nezaposlenosti, a time negativno i na društvenu stabilnost i politiku.

Tablica 6.1.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.1.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.1.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.1.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Najvjerojatniji događaj koji podrazumijeva kontroliranu pojavu fitoplazme FD i šteta u vinogradima na području VSŽ sasvim izvjestan i realan, dok je događaj s najgorim mogućim posljedicama, odnosno epidemijsko masovno propadanje vinograda na čitavom području VSŽ s katastrofalnim posljedicama moguće, ali manje vjerojatno.

Tablica 6.1.-14. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	X
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.1.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Tijekom izrade procjene rizika korištena je kvalitativna metodologija kojom su se, prema mišljenju stručnjaka iz HCPHS – Zavoda za zaštitu bilja, odredili vjerojatnost pojave bolesti i moguće posljedice. Štete u gospodarstvu su izračunate od strane Agronomskog fakulteta u Zagrebu prema navedenim procjenama veličina štete u vinogradima.

Vjerojatnost se određivala u 5 kategorija na način da je ona iznimno velika u područjima gdje se štetni organizam već pojavio, u županijama koje su u blizini izvora zaraze jest velika, u županijama gdje štetni organizam nije pronađen ali imaju vinogradarsku proizvodnju umjerena, te u županijama gdje nema veće vinogradarske proizvodnje vjerojatnost je malena.

Posljedice su se također određivale u 5 kategorija prema smjernicama za izradu procjene rizika. Rizik je određen kao R = P * C (rizik = vjerojatnost * posljedica), te su matrice rizika 5x5x4, odnosno kao matrice sa 4 kategorije: nizak, umjeren, visok i vrlo visok rizik.

Nepouzdanost

Neodređenost je visoka zbog korištenja kvalitativne metode procjene rizika ali i zbog nemogućnosti predviđanja kretanja vektora bolesti. Isto tako podaci o vrijednosti 1 ha vinograda su određeni na malom uzorku provedenih istraživanja no smatramo da nemaju prevelika odstupanja od stvarnog prosjeka vrijednosti u županiji. Podatke o broju vinograda, njihovoj veličini, sortimentu i proizvodnji vina preuzetih od strane APPRRR-a smatramo točnima.

Tablica 6.1.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.1.4. POPIS LITERATURE

1. Boudon-Padieu, E. (2002): Flavescence dorée of the grapevine: knowledge and new developments in epidemiology, etiology and diagnosis. ATTI Giornate Fitopatologiche, 1: 15–34.
2. Budinšćak, Ž., Križanac, I., Mikec, I., Seljak, G., Škorić, D. (2005): Vektori fitoplazmi vinove loze u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 4: 240–244.
3. Budinšćak, Ž., Križanac, I., Plavec, J. (2012): Zlatna žutica vinove loze - Flavescence dorée. Brošura HCPHS, Zagreb, 24 pp.
4. Schvester, D., Carle, P., Moutous, G. (1963): Transmission de la flavescence dorée de la vigne par Scaphoideus littoralis Ball. (Homopt., Jassidae). Ann. Epiphyties 14: 175–198.
5. http://www.apprrr.hr/vinogradarski-registar-1128.aspx:

3.2. *Bolesti životinja*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.2.1. OPIS SCENARIJA

3.2.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Unos i širenje uzročnika bolesti slinavke i šapa na području Vukovarsko-srijemske županije
Grupa rizika:
Biljne i životinjske bolesti
Rizik:
Bolesti životinja
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo poljoprivrede
Glavni nositelj:
Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane
Glavni izvršitelj:
Ministarstvo poljoprivrede, Uprava za veterinarstvo i sigurnost hrane, Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

3.2.1.2. *Uvod*

Slinavka i šap (SIŠ) je akutna, vrlo kontagiozna virusna zaraza prvenstveno domaćih papkara (goveda, svinje, ovce i koze) i više od 70 vrsta divljih i poludivljih papkara. Bolest se očituje stvaranjem karakterističnih vezikula i erozija po sluznici usta, nosa, na vimenu i papcima (Fenner i sur., 1993.). Morbiditet u goveda je vrlo visok i može iznositi do 90% dok je letalitet u pravilu nizak i javlja se uglavnom u mladih životinja koje najčešće ugibaju zbog miokarditisa. Uzročnik bolesti pripada skupini RNA virusa porodice Picornaviridae, rod Aphtovirus (Rueckert i Wimmer, 1984.). Promjera je 22-27 nm, ne posjeduje ovojnicu te je vrlo postojan u vanjskoj sredini, a labilan pri pH 6-9. Poznato

je 7 serotipova virusa SIŠ: O, A, C, Asia1, SAT1, SAT2 i SAT3 (SAT= Southern African Territories) i 60 subtipova (King i sur., 2000.). U goveda je najčešći ulaz virusa kroz dišni sustav dok je kod svinja to probavni sustav, nakon čega nastaje viremija u trajanju od 3-5 dana kada se javljaju i prvi znakovi infekcije vrućica i groznica. Potom se iz primarnog žarišta virus krvlju širi na predilekcijska mjesta kao što su koža i sluznice glave, papci, vime, a kod mladih životinja srce, gdje se virus umnaža te dolazi do generalizirane viremije i stvaranja sekundarnih afta. Tijekom akutne faze bolesti svi sekreti i ekskreti zaražene životinje su infektivni.

Inkubacija bolesti traje od 1-14 dana, najčešće 2-5 dana (Gailiunas i Cottral, 1966.), a izlučivanje virusa putem izlučevina započinje dan prije izbijanja kliničkih simptoma bolesti. U mlijeku je virus dokaziv 4 dana prije pojave prvih znakova bolesti (Alexandersen i sur., 2003.). Zaražena svinja može proizvesti 400 milijuna polovičnih staničnih infektivnih doza (TCID50) virusa na dan, dok preživači izlučuju maksimalno 120.000 polovičnih staničnih infektivnih doza dnevno što omogućava izrazito brzo širenje zaraze putem kohabitacije i kontakta inficiranih i prijemljivih životinja te sirovinama i proizvodima podrijetlom od inficirane životinje te putem živih i/ili neživih vektora. Naročito je značajno širenje virusa putem aerosola. Naime, poznato je da svinje izdisanjem izlučuju 30-100 puta više aerosola kontaminiranog virusom SIŠ od goveda, te se zrakom uz pomoć vjetra virus u obliku aerosola može prenijeti i na udaljenosti od preko 60 km na kopnu i 300 km na moru (Alexandersen i Donaldson, 2002.). Preko 50% inficiranih životinja postaju trajni izlučivači virusa. Afrički bivol može biti rezervoarom virusa 5 godina, govedo 3,5 godine, ovca 9 mjeseci, koza 4 mjeseca, dok svinje nisu rezervoari virusa (Salt, 1993., Alexanderesen i sur., 2002.). Antigena raznolikosti virusa slinavke i šapa uvelike otežava dijagnostiku i pravovremeno suzbijanje bolesti. Ne postoji jedinstveni laboratorijski test za potvrdu bolesti, te je neophodno provoditi kombinaciju nekoliko testova do donošenja konačne dijagnoze. Isto tako ne postoji niti jedinstvena vakcina, jer poznato je da infekcija jednim serotipom virusa ne stvara imunost na drugi (u endemičnim zemljama obično cirkulira istodobno više od jednog serotipa), stoga je životinje potrebno u pravilu cijepiti kombinacijom više serotipova (Domingo i sur., 1990.). Bolest je neprekidno prisutna i ima endemski karakter u mnogim zemljama Afrike, Srednjeg istoka, Azije i Južne Amerike.

SIŠ je, nesumnjivo, gospodarski najvažnija akutna zarazna bolest životinja. Štete koja ta bolest nanosi spadaju u dvije kategorije, izravne (direktne) koje proizlaze iz smanjene proizvodnje mesa, mlijeka i ostalih proizvoda i posredne (indirektne) kroz ograničavanje trgovine živim životinjama i životinjskim proizvodima. Izbijanje bolesti u Velikoj Britaniji 2001. godine rezultiralo je usmrćivanjem 6.5 miliona životinja i gubitkom od 3.1 milijardi GPB izravnih šteta i 3.6 milijardi GPB posrednih gubitaka. Koliko je širenje bolesti nepredvidivo i značajno pokazalo je izbijanje bolesti 2007. godine u VB kada je dokazano da je virus „pobjegao“ iz WRL Referentnog laboratorija IAH Pirbright i uzrokovao štete vrijedne 302 miliona GB. Zbog izuzetne gospodarske i zdravstvene važnosti bolesti ključno je provoditi neprekidnu edukaciju i osigurati komunikaciju između svih zainteresiranih i uključenih strana, a to su prvenstveno uzgajivači životinja, veterinari te uvoznici, izvoznici životinja i životinjskih proizvoda, sa ciljem zaštite zdravlja životinja i proizvodnje.

Bolest slinavka i šap se zadnji put pojavila u RH 1978. godine, međutim zbog njene prirode te brzog širenja na velikim udaljenostima i velikog broja prijemljivih vrsta njezina pojava predstavlja neprekidnu opasnost za zemlje koje su slobodne od zaraze. Srednji istok, a poglavito Turska, je zbog svog geografskog položaja trajna prijetnja za širenje virusa SIŠ kako u Europu tako i u Aziju i Afriku. Na to ukazuje i podatak kada je 1996. godine bolest prijavljena u Makedoniji (serotip A) te se potom

proširila na Albaniju i Srbiju. Zadnji slučaj bolesti dokazan u Europi je 2011. godine u divljih svinja u Bugarskoj kada je utvrđen serotip O.
Stroga primjena biosigurnosnih mjera u ugroženom i zaraženom području je od velike važnosti kako bi se smanjila mogućnost daljnjeg širenja bolesti. Potrebno je provesti 3 osnovna načela biosigurnosti: fizičko odvajanje životinja, redovito čišćenje i uklanjanje onečišćenja te dezinfekciju. Za pravilno provođenje dezinfekcije važno je poznavati svojstva virusa i njegovo preživljavanje u vanjskoj sredini. Poznato je da je virus vrlo labilan na pH vrijednosti 6.5 do 9.0. Vrlo je postojan pri nižim temperaturama pa na -20 0C održi se aktivnim godinama, dok ga temperatura između 60-65 0C inaktivira za 30 minuta. Postojanost virusa u vanjskoj sredini ovisi o pH, temperaturi, vlažnosti i početnoj koncentraciji virusa pa tako virus izdrži u suhom fecesu 14 dana, u urinu 39 dana, u stajskom gnoju tijekom zime 6 mjeseci a na sijenu više do 20 tjedana. Kiseli ili lužnati spojevi s pH 6.5 do pH 9 upotrebljavaju se kao dezinficijensi u praksi: 2% natrijev hidroksid, 4% natrijev karbonat, 0.2% limunska kiselina, 2% octena kiselina, 3% natrij hipoklorit, 1% kalij peroksimonosulfat / natrijev klorid, FAM 30: 1:240, 1% Virkon. Isto tako bitno je spriječiti unošenje virusa u epidemiološku jedinicu zabranom ulaska necijepljenih životinja, kupnje i prodaje necijepljenih životinja i njihovih proizvoda te osigurati učinkovitost cjepiva koje mora biti pripremljeno od sojeva koji su uzrokovali bolest.

Dijagnostika bolesti

Klinička slika

Slinavka i šap je bolest koja je izrazito bolna te se već sa udaljenosti može zamijetiti promijenjeno opće stanje životinje, slinjenje i šepanje koje je karakteristično za ovu bolest. U goveda se očituje pojavom vrućice, anoreksije, pada mliječnosti, slinjenja te otežanog hoda i šepanja. Vezikule se stvaraju na njušci, unutar usne šupljine, zubnom mesu i papcima. U mladih životinja može doći do iznenadne smrti zbog degeneracije srčanog mišića, a u bređih do pobačaja. Kod malih preživača ovaca i koza, bolest se često može pojaviti u vrlo blagom obliku te su poznati kao „tihi širitelji“ infekcije prenoseći bolest bez pojave kliničkih znakova bolesti. Ukoliko dođe do stvaranja vezikula one su smještene unutar usne šupljine i na papcima, U svinja stvaranje vezikula je prvenstveno lokalizirano na papcima i međupapčanom prostoru.

Određivanje starosti lezija uzrokovanih virusom:
Određivanje starosti lezija važno je kako za kliničko tako i za epidemiološko istraživanje. Utvrđivanje starosti lezija omogućuje određivanje pretpostavljenog vremena u kojem su se pojavili prvi klinički simptomi bolesti te vrijeme nastanka infekcije što je od izuzetne važnosti za određivanje mogućih izvora infekcije. Kod određivanja starosti lezija važno je pregledati sve bolesne životinje u stadu i naći najstariju leziju. Na taj način možemo odrediti približno vrijeme kada je prva životinja u stadu zaražena.
U goveda i ovaca najsigurnije je pomoću lezija u usnoj šupljini određivati njihovu starost. Lezije stare do 5 dana možemo odrediti sa pogreškom unutar +/- 1 dan. Kod lezija starih 5-7 dana određivanje postaje nešto manje točno, a kod lezija starijih od 7 dana teško je sa sigurnošću utvrditi njihovu starost.
U svinja u tu svrhu koristimo pregled lezija na papcima te kada se nađu promjene na vršcima papaka možemo reći da su lezije stare manje od jednog tjedna.

Metode laboratorijskog dijagnosticiranja slinavke i šapa

Konačna dijagnoza SIŠ se postavlja isključivo temeljem laboratorijske dijagnostike. Pravilno uzorkovanje je presudno za postavljanje pouzdane laboratorijske dijagnoze.

Izravne metode dokazivanja virusa

To su u prvom redu metode za dokazivanje samog uzročnika bolesti, a uključuju izdvajanje virusa na staničnoj kulturi, dokazivanje viralnog antigena i viralne nukleinske kiseline.

Izdvajanje i identifikacija virusa na staničnoj kulturi

Za izdvajanje virusa može se koristiti bilo primarna stanična kultura štitnjače goveda ili stanice bubrega svinje, teleta ili janjeta . Od linijskih staničnih kultura za izdvajanje najčešće se koristi linijska kultura BHK-21 (Baby Hamster Kidney) ili neke druge linijske kulture. Većina virusnih sojeva na staničnim kulturama dovodi do citopatogenog učinka (CPE) i potpunog liziranje stanica. Izolacija virusa na staničnim kulturama radi se samo u laboratorijima koji su biosigurnosne razine 4 i imaju dozvolu za rad sa živim virusom. Za dobivanje rezultata potrebno je 1-4 dana.

Antigen imunoenzimni test (Ag ELISA)

Neizravna Ag ELISA je standardizirani imunoenzimni postupak koji omogućava dokazivanje viralnog antigena slinavke i šapa u uzorcima tkiva i to 1-2 dana prije pojave znakova bolesti. Moguća je i tipizacija uzročnika tj. razlikovanje svih 7 serotipova virusa SIŠ. Vrijeme potrebno za izvođenje testa je 6-8 h te se rezultati pretraživanja dobiju u istom danu.

Kvantitativna lančana reakcija polimerazom u stvarnom vremenu (Real Time RT-PCR)

Lančana reakcija polimerazom (engl. Polymerase Chain Reaction ili PCR) je metoda kojom se in vitro umnožavaju pojedini dijelovi DNK ili kao u slučaju virusa SIŠ cDNK, radi njihova dokazivanja u različitim uzorcima. Vrlo je osjetljiva i specifična metoda za dokazivanje odsječaka viralnog genoma SIŠ, koja prikazuje prisutnost, ali i količinu umnoženog genetskog materijala. Viralna RNA je dokaziva u serumu 1-2 dana prije pojave znakova bolesti. Rezultati pretraživanja gotovi su za 4-5 h. Danas je ovo najsigurnija dijagnostička tehnika za dokazivanje virusa SIŠ, ali za njenu je provedbu potrebno posebno postrojenje koje zadovoljava uvjete za rad sa RNA virusima, uključujući visoko educirano osoblje i aparate.

Brzi test za dokaz virusa - Penside lateral flow device (LFD)

Visoko specifičan test za brzu dijagnostiku bolesti, a namijenjen primjeni kako na terenu tako i u laboratoriju. Osjetljivosti testa slična je Antigenoj ELISA-i. Dostupna su tri tipa testa: za dokaz svih 7 serotipova te pojedinačno za serotip SAT2 i Asia1. Vrijeme potrebno za izvođenja testa i dobivanje rezultata je10-30 minuta. Ovo je orijentacijski test te je za primarnu dijagnostiku bolesti neophodno primijeniti dodatne laboratorijske testove.

Neizravne metode dokazivanja virusa- dokaz protutijela

Serološke metode primjenjuju se kod međunarodne trgovine životinja (uvoz/izvoz), potvrde sumnjivih/zaraženih slučajeva bolesti, potvrde izostanka infekcije te za dokaz djelotvornosti vakcine.

Virus-neutralizacijski test (VNT)
Njegovo izvođenje zahtjeva upotrebu stanične kulture i živog virusa i radi se u laboratorijima biosigurnosne razine 4. Za dobivanje rezultata potrebno je 2 do 4 dana.

Imunoenzimni testovi (ELISA) za dokazivanje protutijela za strukturne proteine (SP) virusa SIŠ
Najčešće se rabe kompleti temeljeni na načelima blokirajuće ili kompetitivne ELISA-e. Protutijela za SP se mogu dokazati i VN testom. Na tržištu su najčešće zastupljena dva tipa testa: Liquid Phase Blocking ELISA i Solid Phase Competition ELISA.
Dokazuju se protutijela za strukturne proteine viralne kapside koji nastaju kao posljedica imunosnog odziva nakon infekcije i/ili vakcinacije. Strukturna protutijela mogu se dokazati 3-4 dana nakon pojave kliničkih znakova bolesti. Specifična su za određeni serotip te se može odrediti svaki od 7 serotipova koji je uzrokovao bolest. Rezultati pretraživanja dobiju se isti dan.

Imunoenzimni testovi (ELISA) za dokazivanje protutijela za nestrukturne proteine virusa SIŠ
Danas su na tržištu dostupni komercijalni (gotovi) ELISA kompleti koji se temelje na dokazivanju protutijela za nestrukturni protein 3ABC virusa SIŠ u serumu goveda, ovaca, koza i svinja. NSP protutijela mogu se dokazati 6-7 dana nakon pojave kliničkih simptoma. NSP ELISA može dokazati protutijela neovisno o serotipu koji je uzrokovao infekciju tj. nije serotipski specifična. Budući da se protutijela za nestrukturni protein virusa slinavke i šapa javljaju isključivo u inficiranih životinja njime je moguće razlikovati zaražene životinje od cijepljenih. Vrijeme potrebno za izvođenje pretrage je 16-18 h (inkubacija traje preko noći).

Tablica 6.2.-1. – Uzorci koji se uzimaju ovisno o tijeku bolesti i preporučeni laboratorijski testovi

Vrsta uzorka	**Svježe lezije manje od 3-4 dana starosti**	**Starije lezije više od 3-4 dana starosti**
Epitel	PCR, Ag ELISA, LFD, izolacija virusa na kulturi stanica (VI)	
Krv	PCR	ELISA protutijela (NSP, SP),
Slina/nosni bris	PCR ili LFD	
Probang uzorak (uzorak iz prednjeg dijela dišnog sustava-oropharynx)	PCR, izolacija virusa na kulturi stanica (VI)	PCR, izolacija virusa na kulturi stanica (VI)

Prijenos – izravno i neizravno; čovjek, životinje (konji, psi, mačke, domaća perad, štakori, miševi, kunići, vakcinirane životinje), proizvodi (mlijeko, meso, klaonički proizvodi, otpad), voda, tlo, prašina zrak (vjetar), posuđe, oprema, trava, hrana, prometna sredstva.

Bolest se manifestira visokom temperaturom te pojavom mjehura (afta) po sluznicama usne šupljine, vimenu, vulvi, međupupčanom prostoru, krunskom rubu (iznad papka) i oštećenjima sluznice probavnog trakta. Zbog pojave mjehura po ustima, životinja obilno slini, pa otuda i naziv tog oboljenja. Nakon jednog do tri dana mjehuri pucaju i na njihovu mjestu zaostaju rane koje se lako mogu inficirati. Štete koje nastaju ogromne su, ne samo zbog uginuća životinja (učestalije kod mladih životinja), već upravo zbog sekundarnih infekcija koje produže vrijeme oporavka životinja, smanjenja mliječnosti i upala vimena, pobačaja i sterilnosti krava.

Plan mjera koje se provode u slučaju pojave slinavke i šapa u Republici Hrvatskoj nalazi se opisan u Nacionalnom kriznom planu - Slinavka i šap (revidiran 10. svibnja 2013.)
Zakonska osnova za suzbijanje, iskorjenjivanje i nadzor SIŠ je:

1. Zakon o veterinarstvu („Narodne novine“ br. 82/13, 148/13)
2. Pravilnik o mjerama za suzbijanje i iskorjenjivanje slinavke i šapa („Narodne novine“, br. 50/13)
3. Pravilnik o načinu praćenja, prijavi i izvješćivanju o pojavi bolesti životinja („Narodne novine“, br. 135/14)
4. Naredba o mjerama zaštite životinja od zaraznih i nametničkih bolesti i njihovom financiranju za tekuću godinu.
5. Uredba Vijeća (EZ) br. 1099/2009 od 24. rujna 2009. o zaštiti životinja u vrijeme usmrćivanja
6. Zakon o provedbi uredbi Europske unije o zaštiti životinja (NN, 125/13, 14/14 i 92/14). Dijagnostiku SIŠ u Republici Hrvatskoj obavlja Laboratorij za serološku dijagnostiku virusnih bolesti, Hrvatski veterinarski institut, Savska 143, 10000 Zagreb.

Kapacitet rada laboratorija u kriznim situacijama

Prikaz metoda, vrijeme trajanja pretraga i potreban broj zaposlenika po metodi po danu/tjednu:

HVI Zagreb - Laboratorij za serološku dijagnostiku virusnih bolesti

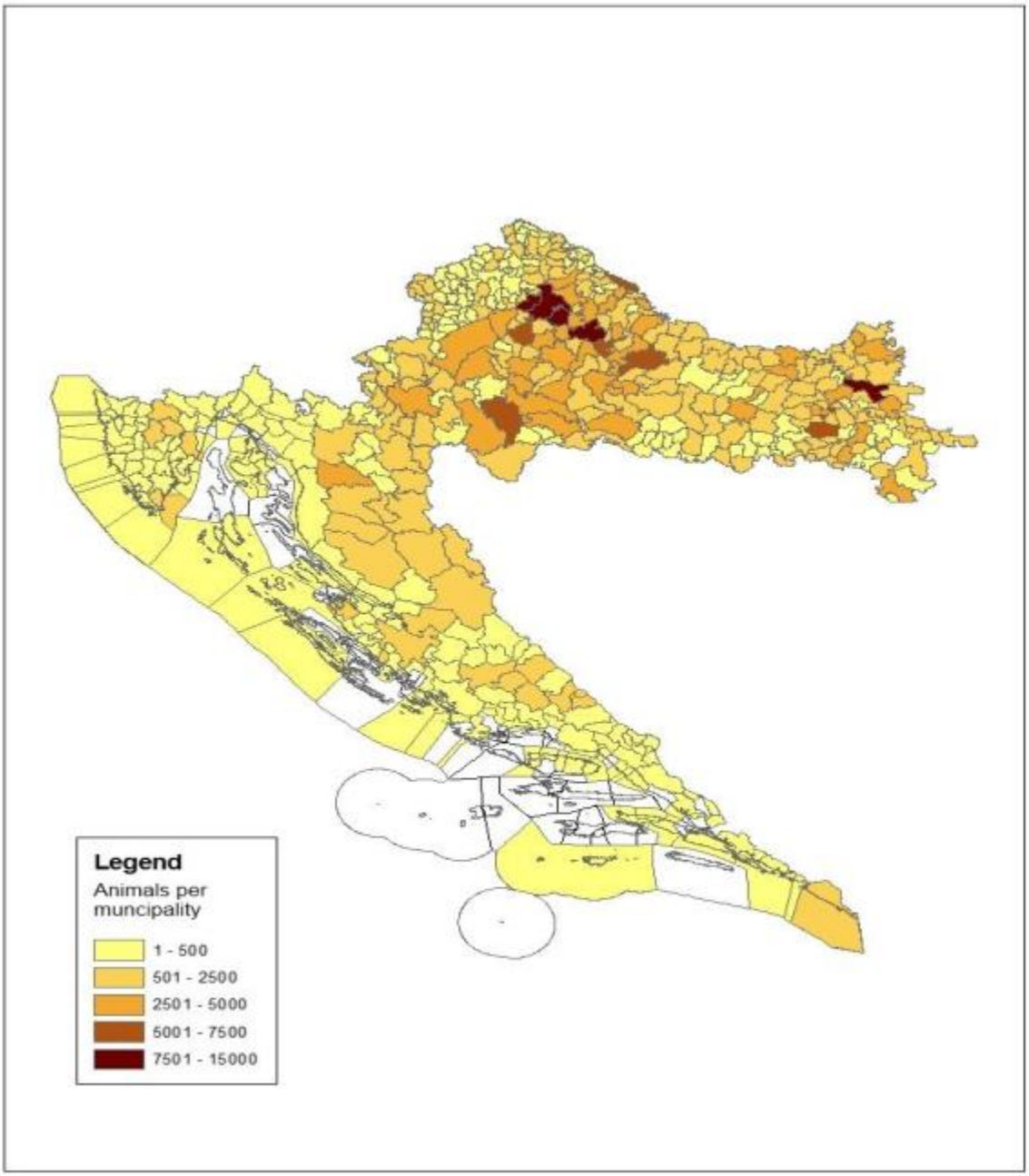
Naziv metode	Vrijeme trajanja	Maksimalan broj pretraga dnevno/tjedno	Broj zaposlenika potrebnih za izvođenje svake metode:
Real time quantitative RT-PCR	6 sati	50/250	2
Antigen ELISA	8 sati	160/800	4
LPBE ELISA	48 sati	160/800	4
ELISA za dokazivanje NSP protutijela	16-18 sati	1800/9000	4
ELISA za dokazivanje protutijela tip O	6 sati	1800/9000	4
ELISA za dokazivanje protutijela tip A	6 sati	1800/9000	4
ELISA za dokazivanje protutijela tip Asia1	6 sati	1800/9000	4

Veterinarski zavod Vinkovci-Laboratorij za dijagnostiku

U kriznim situacijama za utvrđivanje protutijela za SIŠ uključuju se djelatnici Veterinarskog zavoda Vinkovci, Laboratorija za dijagnostiku, koji je podružnica Hrvatskog veterinarskog instituta, čiji su djelatnici obučeni za laboratorijsku dijagnostiku dokazivanja protutijela za ne-strukturne proteine virusa SIŠ imunoenzimnim testom (ELISA). U Veterinarskom zavodu Vinkovci Laboratoriju za dijagnostiku uposleno je 6 ljudi: dva doktora znanosti, jedan doktor veterinarske medicine i tri tehnička suradnika.

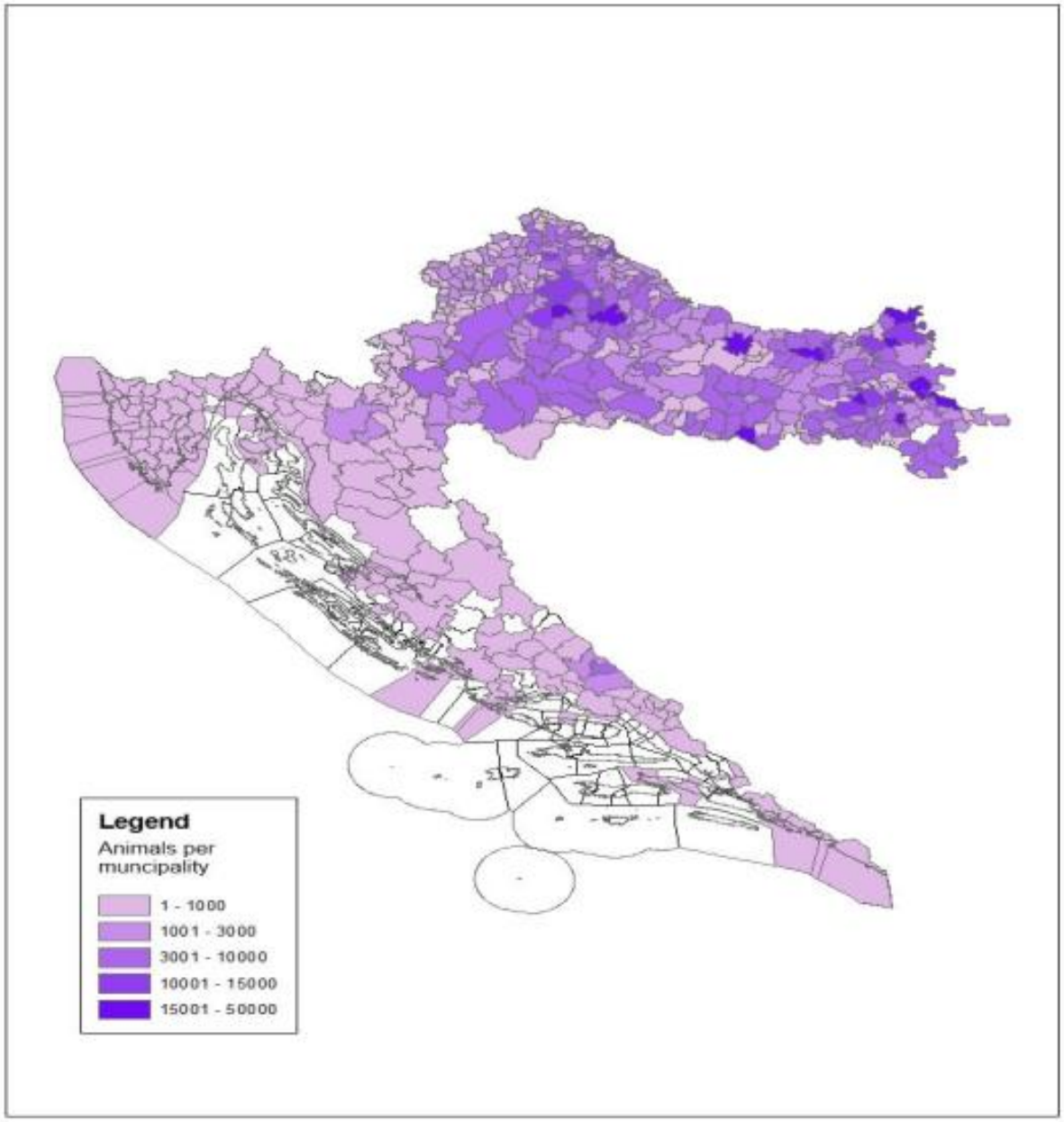
Naziv metode	Vrijeme trajanja	Maksimalan broj pretraga dnevno/tjedno	Broj zaposlenika potrebnih za izvođenje svake metode:
ELISA za dokazivanje NSP protutijela	16-18 sati	1800/9000	4

Struktura životinjske populacije, gustoća po općinama i lokacije farmi populacija životinja prikazana je u narednim slikama.

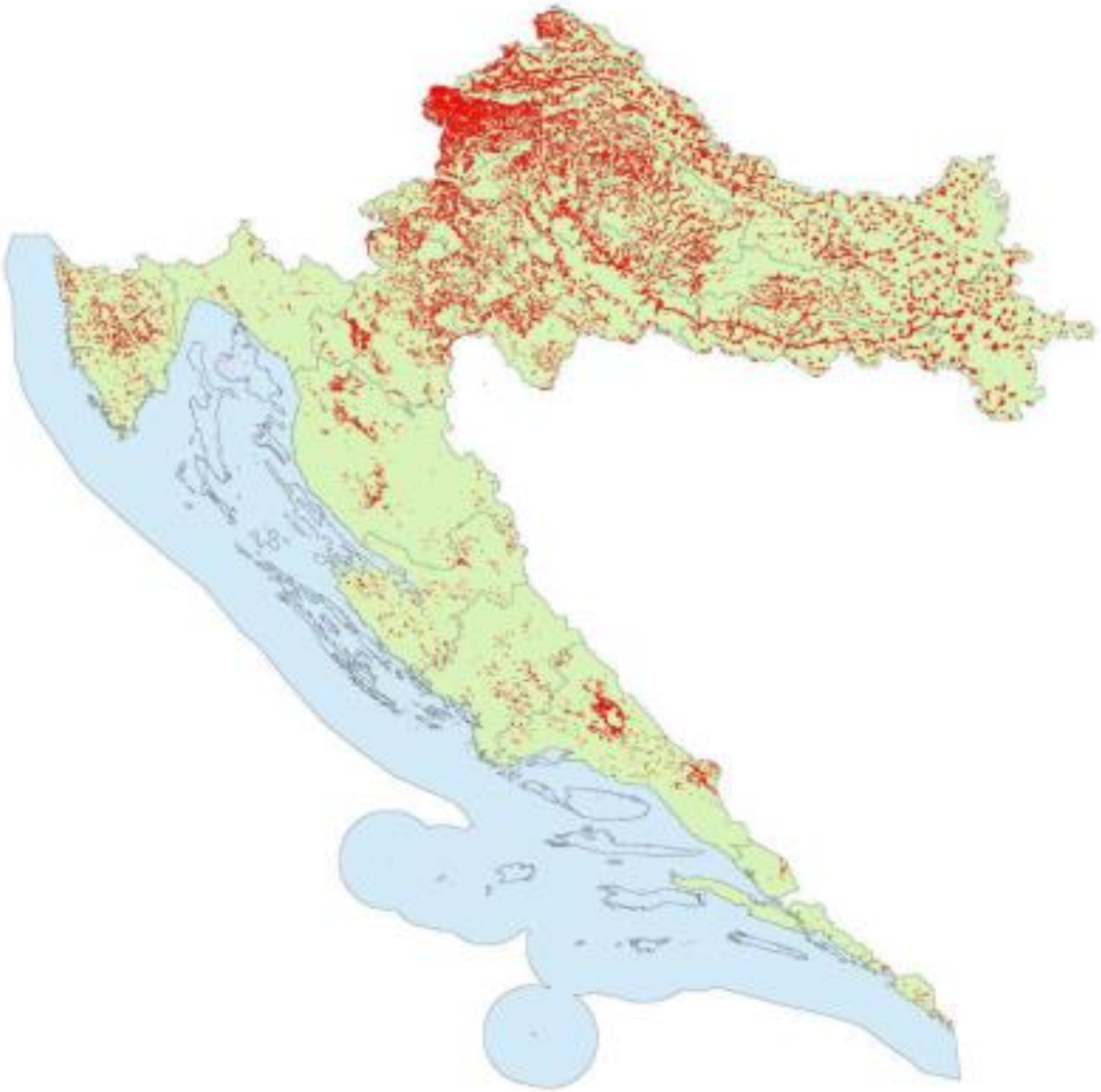


Slika 6.2.-1. – Gustoća goveda po općinama i lokacije farmi

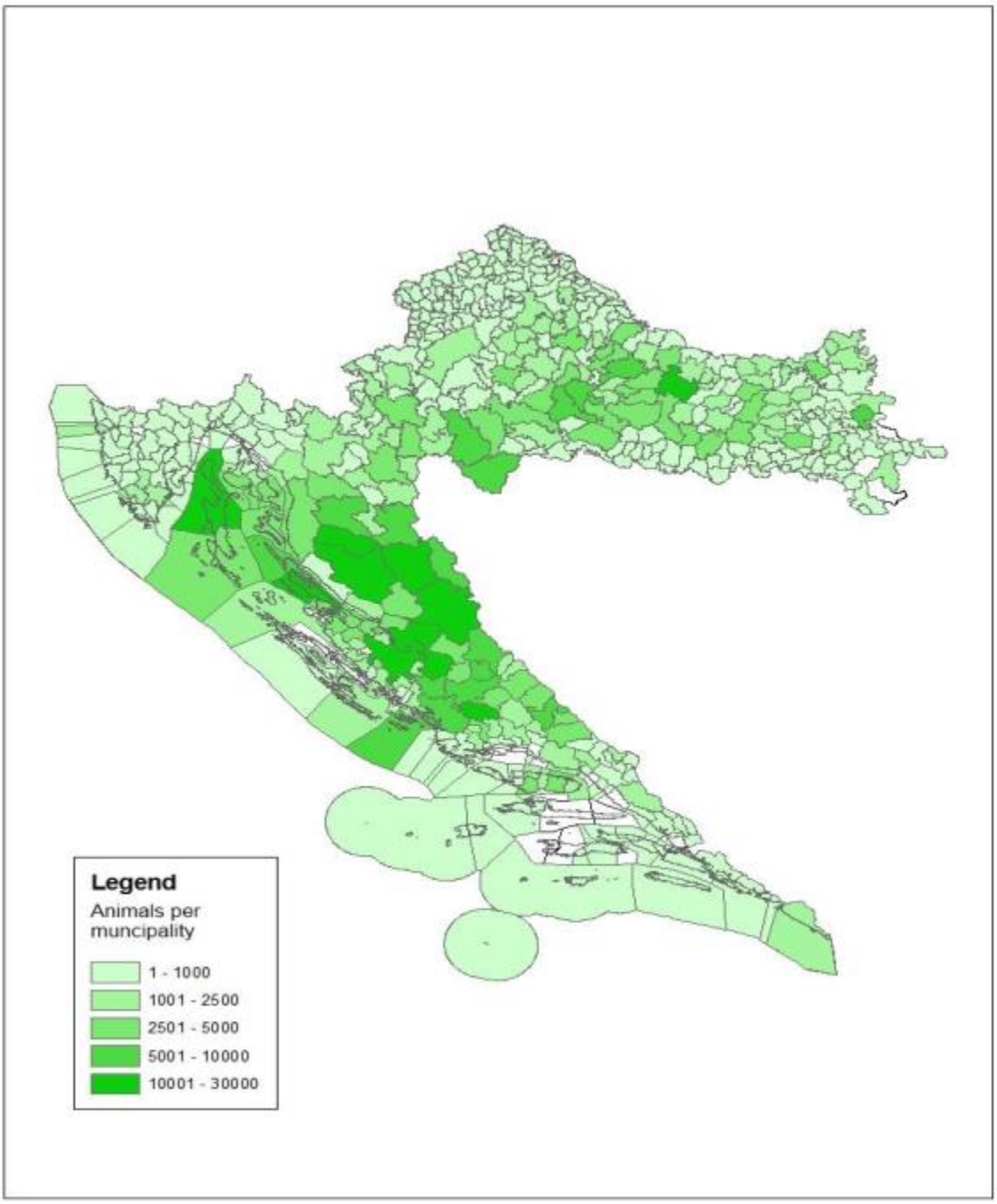
Slika 6.2.-2. – Lokacija farmi goveda u Republici Hrvatskoj



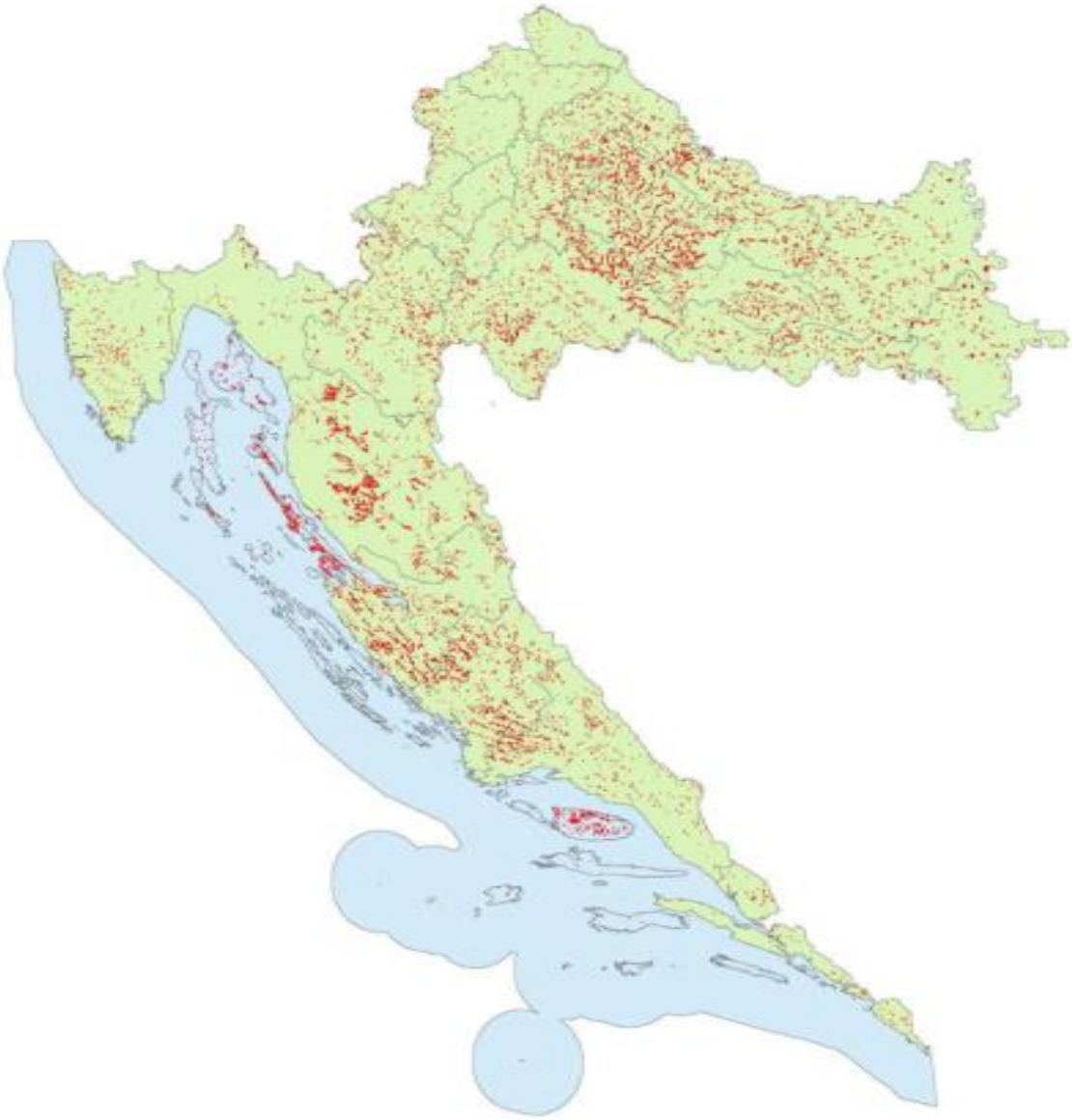
Slika 6.2.-3. – Gustoća svinja po općinama



Slika 6.2-4. - Lokacije svinjogojskh farmi u republici hrvatskoj



Slika 6.2.-5. – Gustoća koza i ovaca po općinama



Slika 6.2.-6. - Lokacije farmi ovaca u republici hrvatskoj

Slika 6.2.-7. – Lokacije farmi koza u republici hrvatskoj

3.2.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga)
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima)
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima)
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine)
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe)
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja)
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali)
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć)
	nacionalni spomenici i vrijednosti

3.2.1.4. *Kontekst*

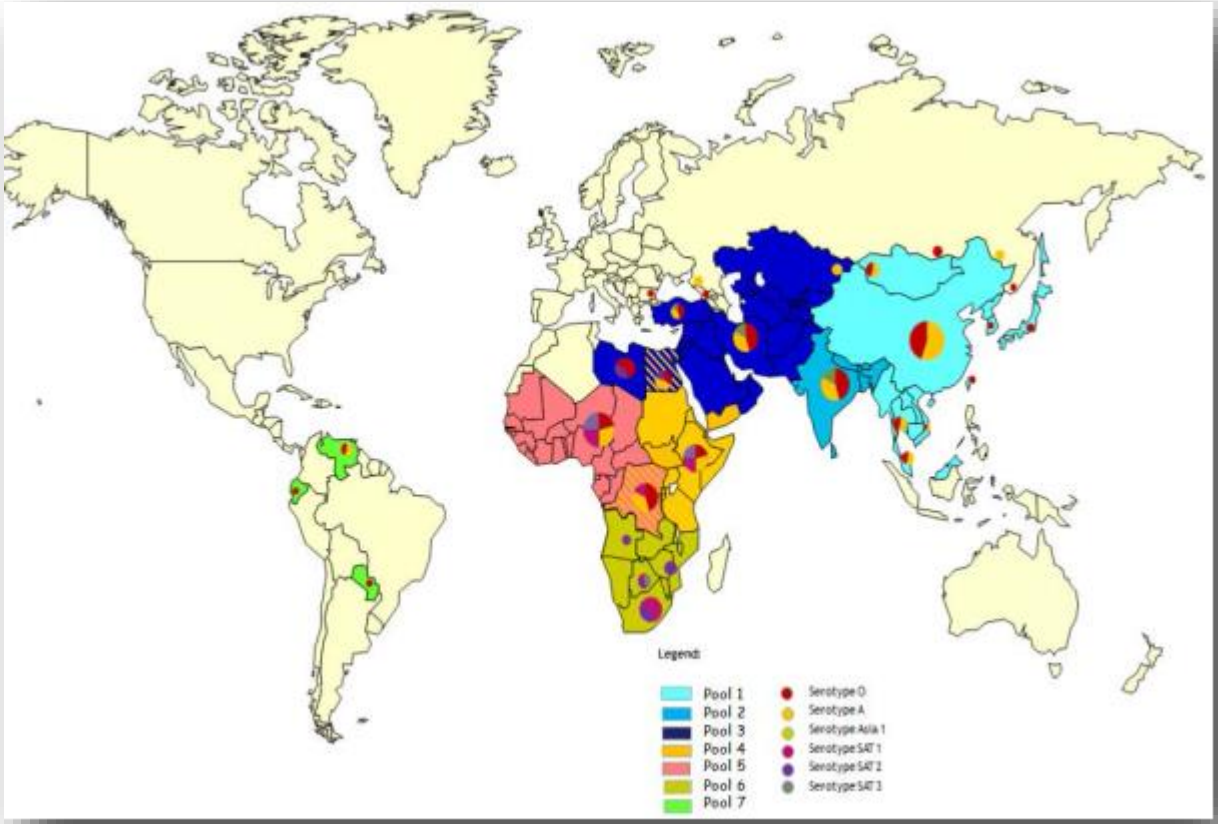
Rizik od katastrofe unosa virusa SIŠ i širenja bolesti u Hrvatskoj sagledava se ne samo za teritorij Republike Hrvatske nego i šire, jer se bolest uslijed njenog brzog širenja zrakom mora sprječavati već onog trenutka kad se pojavi u određenoj zoni opasanosti za Hrvatsku. Radna skupina je na osnovu dostupnih podataka odlučila da je ta zona 300 km oko Republike Hrvatske. Štetne posljedice ovise o provedbi mjera koje se provode u slučaju pojave slinavke i šapa u Republici Hrvatskoj opisanih u Nacionalnom kriznom planu - Slinavka i šap (revidiran 10. svibnja 2013.) i Pravilniku o mjerama za suzbijanje i iskorjenjivanje slinavke i šapa („Narodne novine“ br. 50/13). Naime, sve radnje koje pridonose smanjenju širenja bolesti i šteta opisane su u Nacionalnom kriznom planu i Pravilniku o mjerama za suzbijanje i iskorjenjivanje slinavke i šapa, a nepoznato je samo vrijeme inicijalnog prepoznavanja bolesti. Striktnim pridržavanjem propisa bolest se može kontrolirati i suzbiti u kratkom roku, ali isto tako, nepridržavanjem propisanih mjera bolest može trajati više mjeseci. Štete od nemogućnosti trgovine stokom van granica RH nastavljaju se do dvije godine nakon suzbijanja epidemije. Tako je u Bugarskoj epidemija SiŠ trajala od 4. siječnja 2011 do 7. lipnja 2011. godine. U tom razdoblju zabilježeno je 12 žarišta. Pojava bolesti prijavljena je 4. siječnja 2011. godine nalazom jedne zaražene divlje svinje na jednom žarištu. Nakon toga su slijedilo širenje bolesti i prijave bolesti 10. siječnja, 17. siječnja, 31. siječnja, 19. ožujka, 23. ožujka, 25. ožujka, 3. travnja i 7. travnja.

3.2.1.5. *Uzrok*

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi
Situacija u svijetu i u Europi – identifikacija virusa slinavke i šapa u širem i bližem okruženju

U svijetu postoji više endemskih područja slinavke i šapa (u kojem obolijeva postojani broj životinja u dužem vremenskom razdoblju) iz kojih se periodički bolest proširi u prijemljivu populaciju životinja te se onda dobiva epidemijske ili pandemijske razmjere.

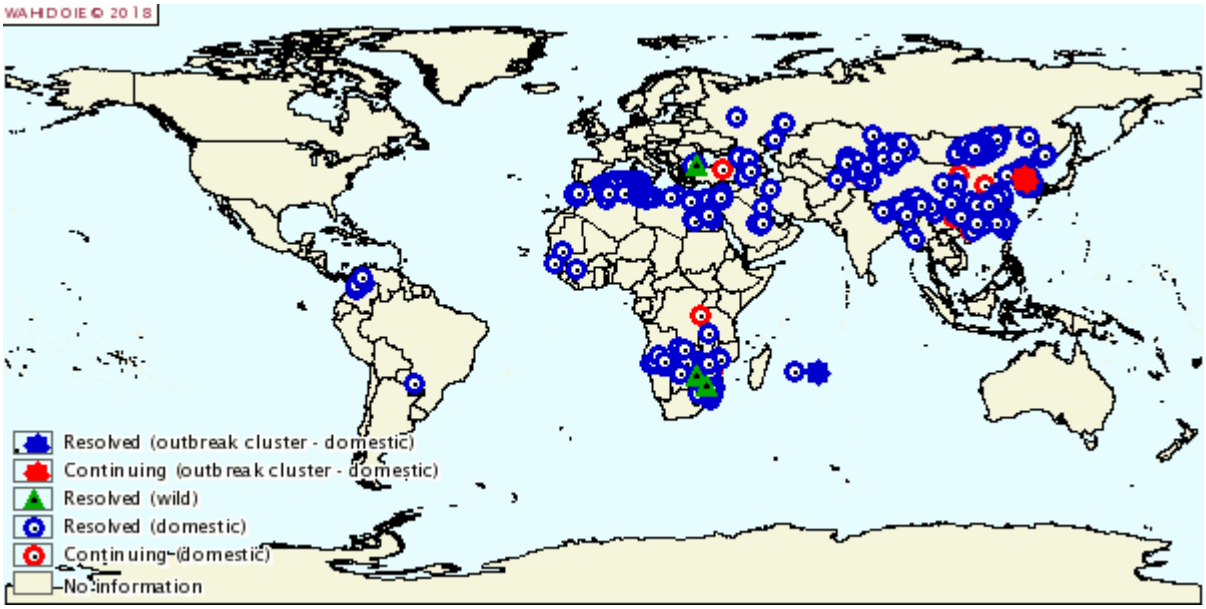
Bolest se mora prijavljivati u cijelom svijetu i prati se od strane OIE (Office International des Epizooties - Svjetske organizacije za zdravlje životinja) i Organizacije za prehranu i poljoprivredu (FAO -Food and Agriculture Organization)..



Slika 6.2.-8. – Pojavnost SIŠ-a u studenom 2014. godine

(Izvor: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/eufmd/docs/FMD_reports_GMR/Jan_GMR_2018.pdf)

Kratki pregled broja država po kontinentima kod kojih se pojavila slinavke i šap u razdoblju od 2010 do 2017. godine.



Slika 6.2.-9. – Pojavnost slinavke i šapa

Godine 2014. najbliža azijska zemlja Europskom kontinentu kod koje se javila SiŠ bio je Tunis, a u 2012. godini SiŠ pojavila se u Egiptu. (*Tablica 6.2.-2.*)

Tablica 6.2.-2. – Pregled broja država po kontinentima gdje se pojavila SiŠ (2010. do 2014. godine)

Godine	**Broj zemalja koji su prijavili SiŠ**		
	Azija	**Afrika**	**Europa**
2010	13	7	1 (Rusija, ali obuhvaćen je azijski dio Rusije)
2011	14	3	2 (Rusija, ali obuhvaćen je azijski dio Rusije, **Bugarska**
2012	9	4*	1 (Rusija, ali obuhvaćen je azijski dio Rusije)
2013	8	3	1 (Rusija, ali obuhvaćen je azijski dio Rusije)
2014	12	4*	1 (Rusija, ali obuhvaćen je azijski dio Rusije)

U Bugarskoj se SiŠ javila u istočnom dijelu Bugarske, pokrajina Burgas i to u razdoblju od 4. siječnja 2011. do 7. lipnja 2011. godine. U tom razdoblju zabilježeno je 12 žarišta (*outbreaks*). (*Tablica 6.2.-3.*)

Tablica 6.2.-3 – Broj životinja zahvaćen epidemijom SiŠ-a u Bugarskoj 2011. godine

Vrste životinja	Obuhvaćeno životinja	Broj oboljelih životinja	Broj uginulih životinja	Broj eutanaziranih životinja (*distroyed*)	Broj zaklanih životinja
Bufalo	72	72	0	72	0
Goveda	968	51	0	596	0
Koze	259	22	0	0	0
Ovce	155	17	0	0	0
Ovce i koze	675	247	0	675	0
Svinje	101	20	0	29	0
Divlje vrste	0	1	0	0	0
Ukupno	**2230**	**430**	**0**	**1372**	**0**

Pojava bolesti prijavljena je 4. siječnja 2011. godine nalazom jedne zaražene divlje svinje na jednom žarištu. Nakon toga su slijedili širenje bolesti i prijave bolesti 10. siječnja, 17. siječnja, 31. siječnja, 19. ožujka, 23. ožujka, 25. ožujka, 3. travnja i 7. travnja. (*Tablica 6.2.-4.*)

Tablica 6.2.-4. – Širenje SiŠ-a u Bugarskoj 2011. godine

Datum	Broj žarišta	Goveda					Svinje				
		S	C	D	morb (%)	mort (%)	S	C	D	morb (%)	mort (%)
10.01.	1	194	1	0	0,52	0	72	8	0	11,11	0
17.01.	1	92	3	0	3,26	0	0	0	0	0	0
31.01.	1	1	1	0	100	0	0	0	0	0	0
19.03.	1	143	1	0	0,7	0	0	0	0	0	0
23.03.	1	133	6	0	4,51	0	0	0	0	0	0
25.03.	3	339	7	0	2,06	0	11	0	0	0	0
03.04.**	2	21	21		100	0	12	12	0	100	0
07.04.	1	45	11	0	24,44	0	6	0	0	0	0
UKUPNO		**968**	**51**		**5,27**		**101**	**20**		**19,8**	
		Ovce					**Koze**				
		S	C	D	morb (%)	mort (%)	S	C	D	morb (%)	mort (%)
10.01.	1	117	14	0	11,97	0	149	12	0	8,05	0
17.01.	1	77*	0	0	0	0	77*	0	0	0	0
31.01.	1	38	3	0	7,89	0	110	10	0	9,09	0
19.03.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23.03.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25.03.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03.04.**	2	242*	242	0	100	0	242*	242	0	100	0
07.04.	1	356*	5	0	1,4	0	356*	5	0	1,4	0
UKUPNO		**830**	**264**		**31,81**		**934**	**269**		**28,81**	

(* - uključeno zajedno; ** - uključeno 72 bizona, svi bolesni i uništeni; S – sumnjiva, C – zaklana, D – uginula)

Okidač koji je uzrokovao katastrofu

Slinavka i šap je virusna bolest koja se prenosi izravno i neizravno.

Najvažniji je izvor infekcije bolesna životinja. Pucanjem mjehura oslobađaju se goleme količine virusa. Teoretski, jedna jedina oboljela krava dovoljna je za infekciju više milijardi novih životinja. Virus se prenosi izravnim kontaktom među životinjama (u staji, na pašnjaku, pri transportu), a zbog velike kontagioznosti vrlo se lako može proširiti i neizravno, živim ili neživim prenositeljima. Od živih prenositelja bolesti, najvažniji je čovjek koji u kratko vrijeme može prenijeti virus tisućama kilometara daleko. On prenosi virus pasivno, na cipelama, odjeći, rukama, pa i u kosi. Osim čovjeka, živi vektori su životinje koje spontano ne obolijevaju od SiŠ-a, kao npr. mačke i psi lutalice, perad, miševi i štakori. Zaraza se još može širiti mlijekom i mesom te njihovim proizvodima, klaoničkim otpacima te vodom i prašinom, posuđem, stočnom hranom i prometnim sredstvima.

Da bi se spriječilo širenje infekcije sa zaraženih životinja na nezaražene, nastoji se sve bolesne životinje što brže neškodljivo ukloniti, a također i životinje koje su s njima bile u kontaktu ili u blizini. Tijela ubijenih životinja spaljuju se da bi se uništio virus, a provodi se i dezinfekcija okolnog terena. Sprječava se svaki promet stokom, mesom i drugim namirnicama kojima se zaraza može prenositi. Sprječavanje širenja zaraze smisao je i dez-barijera na izlazima iz zračnih i pomorskih luka i na graničnim prijelazima.

Primjer Bugarske – Bugarska je objavila prvi slučaj 4.1 2011. godine, a naredba koja se odnosila na zabranu uvoza iz Bugarske objavljena je 10. 1.2011.godine.

Do 10. 1. 2011. godine u Bugarskoj se javila slinavka i šap na području gdje je bilo ugroženo 194 goveda, 117 ovaca, 149 koza i 71 svinje sa stopom morbiditeta od 0,52% za goveda, 11,97% za ovce, 8,05% za koze i 11,11 % za svinje.

Na temelju broja uvezenih životinja i stope morbiditeta može se izračunati vjerojatnost nalaza pozitivne životinje u uvezenoj pošiljci.

Nešto manji rizik je unos preko transportnih sredstava i predmeta ljudi, jer je infektivna doza manja, a rizik je obrnuto proporcionalan s udaljenosti.

Način unosa virusa slinavke i šapa u Republiku Hrvatsku

Unos zrakom

Najduža udaljenost preko mora za aerogeni prijenos je 300 km pod određenim meteorološkim i epidemiološkim pokazateljima. Zbog toga je realno za očekivati pojavu bolesti ukoliko se ona pojavi u susjednim zemljama SL, SR, MAĐ, CG, ITA, BH, kao i u AU, SLO, RUM, ALB, KOS i MKD.

Smatramo aerogeni prijenos vrlo značajnim rizikom. Ovisno o meteorološkim prilikama (oborine, temperatura, smjer i jačina vjetra) epidemiološkim modeliranjem moglo bi se predvidjeti širenje bolesti.

Žive životinje

Rizik unosa bolesti preko kretanja živih životinja je značajan. Velike količine virusa se izlučuju sekretima i ekskretima životinje u inkubaciji i klinički oboljele životinje. Goveda i ovce izlučuju virus

i do 5 dana prije pojave klinički vidljive bolest, a svinje i do 10 dana prije pojave kliničkih znakova. Perzistentno izlučivanje virusa je zabilježeno u preživača ali ne i u svinja. Oko 50% inficiranih goveda postaju nositelji, perzistentni izlučivači virusa, neovisno o cjepnom statusu. Izlučivanje virusa u ovaca i koza je 9 mjeseci, a goveda do 2 godine. Rizik unosa virusa bolesti u RH bilo uvozom životinja u inkubaciji, klinički oboljelih ili izliječenih životinja bez obzira na cjepni status je jednak te se životinje ne uvoze iz zemalja koje nisu slobodne od SIŠ.
Uvoz i prijevoz životinja je strogo reguliran s veterinarskim pregledom , svjedodžbama i dozvolama te je mogućnost unosa virusa SIŠ ovim putem zanemariva.
Unutar RH ilegalan prijevoz živih životinja je vrlo vjerojatan u razdoblju prije njihova stavljanja u karantenu i objave zaraženog područja.
Obzirom na dobrobit životinja veliku ulogu imaju veterinarski pregledi u zaraženom i ugroženom području unutar RH.

Inficirane materijali i tlo
Budući da virus preživljava na tlu, materijalima, vozilima, zidovima, uostalom svemu što je inficirano sekretima i ekskretima zaražene životinje 2 dana na 370C, 3 tjedna na 260C i 5 tjedana na 4oC. Uvoz konja iz zemalja u kojima je SIŠ endemska je moguć uz karantenu, višestruku veterinarsku kontrolu, a trebalo bi uvesti i obavezno pranje kopita.
Iako nisu predviđene dezinfekcijske barijere za obuću zrakoplovnih putnika koji dolaze iz zemalja u kojima je prisutna SIŠ one bi se u slučaju epidemijske pojave bolesti lako mogle postaviti u funkciju.
Smatramo da je ovakav način unosa virusa U RH moguć te da je najvjerojatniji kroz zajedničko korištenje prostora odmarališta životinja i stajališta autocesta u RH..

Genetski materijal
Unos genetskim materijalom putem embrija je zanemariv ukoliko se pridržavamo International Embrio Transfer Society (IETS) protokola kojim je SIŠ svrstana u kategoriju 1 bolesti. Sjeme bikova može sadržavati visoke titre virusa nekoliko dana prije pojave kliničkih simptoma i do 10 dana poslije infekcije te se inseminirane junice mogu zaraziti SIŠ. RH ne dozvoljava uvoz sjemena i embrija iz zemalja koje nisu slobodne od SIŠ.

Meso i mesni proizvodi
Kroz prošle epidemije SIŠ u svijetu meso i mesni proizvodi koji su kroz napoj došli do svinja pokazali su se kao najznačajniji način prijenosa bolesti. Poznato je da meso životinja privedenih klanju u viremiji sadrže virus te se gotove sve epidemije u zadnjih 100 godina mogu slijediti unatrag do hranjenja svinja otpacima koji sadržavaju meso ili mesne prerađevine. U skeletnoj muskulaturi virus se inaktivira (uslijed pada pH) na 4oC za 48 sati, iako ostaje infektivan preko 4 mjeseca u limfnim čvorovima, ugrušcima krvi, koštanoj srži i visceralnim organima gdje je zaštićen od značajnije promjene pH vrijednosti.
Mišljenja smo da scenariju pojave bolesti RH ovaj način unosa virusa je vjerojatan u domaćim seljačkim uzgojima iako je hranjenje svinja napojem zabranjeno.
Putnici koji dolaze iz zemalja u kojima je zabilježena SIŠ trebali bi biti podvrgnuti jačim biosigurnosnim pregledima i mjerama.

Mlijeko i mliječni proizvodi

Nepasterizirano mlijeko je dobro poznati način prijenosa bolesti tijekom epidemije posebice pri davanju inficiranog kravljeg mlijeka svinjama. Male doze infektivnosti mogu se uočiti i nakon pasterizacije nakon 72oC kroz 15 sekundi ali je potrebno da svinja popije preko 125 litara mlijeka da se inficira. U sušenom kazeinu virus može preživjeti i do 2 mjeseca, a u siru (ovisno o proizvođaču) se smatra da virus ne preživljava duže od 30 dana.

Smatramo da je ovaj način prijenosa bolesti značajniji u uvjetima epidemije. Putnici koji dolaze iz zemalja u kojima je zabilježena SIŠ (sada Kina) trebali bi biti podvrgnuti jačim biosigurnosnim pregledima i mjerama.

Ljudi

Rizik od ljudskog prijenosa virusa SIŠ na kontaminiranoj odjeći i obući, rukama i opremi je dugo poznat način prijenosa bolesti tijekom epidemija. U UK je u zadnjoj epidemiji tzv. " stand still" period s 7 dana skraćen na 2 dana tijekom kojeg je bilo zabranjeno i kretanje ljudi izvan epidemioloških područja.

Koža

OIE preporučuje soljenje kože kroz najmanje 28 dana pri čemu bi virus bio uništen. Rizik u kojem bi prijemljiva životinja došla u kontakt s kožom je zanemariv.

Vuna

U neprerađenoj vuni kontaminirana slinom i fecesom virus može preživjeti. Duljina preživljavanja uvelike ovisi o temperaturi. . Rizik u kojem bi prijemljiva životinja došla u kontakt s vunom je zanemariv.

Terorističko djelovanje

Teroristički čin unosa virusa u RH je vrlo težak za predvidjeti i spriječiti biosigurnosnim i pograničnim mjerama.

Tablica 6.2.-5. – Rizici unosa SIŠ-a u Republiku Hrvatsku

Način širenja virusa Slinavke i šapa	**Rizik unosa u RH**	**Rizik širenja u RH**
Unos zrakom	Značajan	Značajan
Žive životinje	Značajan	Značajan
Inficirani materijali i tlo	Mali/Zanemariv	Značajan
Genetski materijal	Mali/Zanemariv	Zanemariv
Ljudi	Zanemariv	Mali
Koža	Zanemariv	Zanemariv
Vuna	Zanemariv	Zanemariv
Teroristički čin	Vrlo teško previdjeti	

3.2.2. DOGAĐAJ

Slinavka i šap (SIŠ) je akutna, vrlo kontagiozna virusna zaraza, koja se vrlo lako i brzo širi na velike udaljenosti, a teško ju je zaustaviti. Obolijevaju prvenstveno domaći papkari (goveda, svinje, ovce i koze) i više od 70 vrsta divljih i poludivljih papkara. Morbiditet u goveda je vrlo visok i može iznositi do 90% te zbog toga se pojava bolesti i nastale štete procjenjuju kao katastrofa. Aerogeni prijenos i vrlo aktivan transport životinja i njihovih proizvoda povećavaju vjerojatnost pojave ove bolesti u RH. Unutar Republike Hrvatske bolest bi se u prijemljivoj populaciji širila epidemijskom proporcijom. Provođenje Nacionalnog kriznog plana i Pravilnika o suzbijanju Slinavke i šapa bolest bi se pokušala zaustaviti i suzbiti s obolijevanjem i gubitkom manjeg dijela prijemljivih životinja i znatnim smanjenjem šteta.

3.2.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Pojava slinavke i šapa u zoni opasnosti (300 km od teritorija RH) izvan teritorija Republike Hrvatske (širenje zrakom)

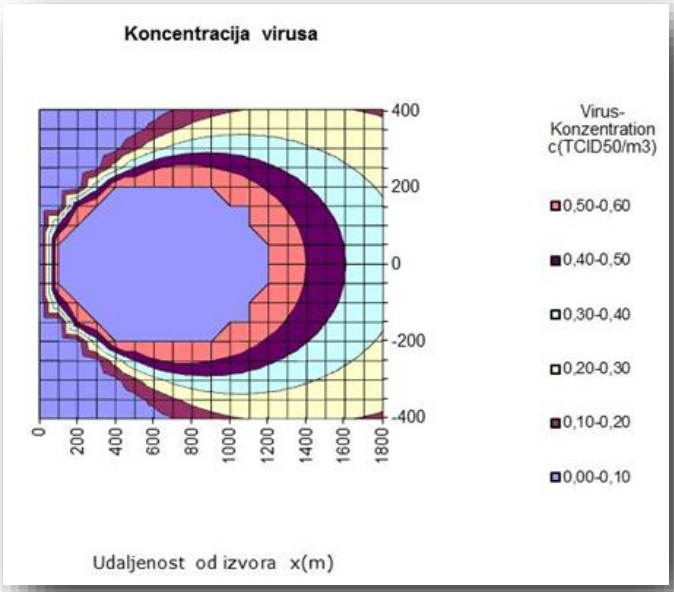
Ukoliko se potvrdi slinavka i šap i Republika Hrvatska je dovedena u opasnost zbog zemljopisnog položaja ili zbog prevladavajućih meteoroloških uvjeta u drugoj državi u kojoj je izbila slinavka i šap, počinju se provoditi mjere sukladno zakonodavnim odredbama i Nacionalnom kriznom planu za slinavku i šap, kako bi se pravovremeno reagiralo te provođenjem mjera kontrole smanjilo ili onemogućilo daljnje širenje bolesti, a time i gospodarske posljedice. Ugroženost od slinavke i šapa uzrokuje pojavu šteta gospodarstvu RH u vidu potpunog ili djelomičnog (ovisno o epidemiološkim pokazateljima) zaustavljanja tržišta životinjama, mesom, mesnih pripravaka, mlijekom i mliječnim proizvodima, te značajno povećanog rada veterinarske službe, policije i vojske. Nadalje, proračun bi bio oštećen i za cijenu cjepiva za prijemljive životinje, ukoliko bi nadležno tijelo donijelo takvu odluku , ovisno o epidemiološkoj situaciji i mogućnosti suzbijanja bolesti. Trajanje ugroženosti od slinavke i šapa je ovisno o uspješnosti provedbe mjera suzbijanja i iskorjenjivanja bolesti u drugim državama, a ona može biti najmanje 30 dana.

Međutim, ono sto se ne može u potpunosti zaustaviti, a što treba uzeti u obzir i što mogu biti posljedice, jest širenje uzročnika aerosolom tj. zrakom koje ovisi o vremenskim prilikama i izvoru infekcije. Dakle, u vrijeme trajanja infekcije i poduzimanja mjera za suzbijanje i iskorjenjivanje i sve dok postoji i jedna bolesna životinja ili životinja u inkubaciji postoji i vjerojatnost širenja infektivnog aerosola zrakom.

Konkretni primjer - događaj širenja zrakom nakon pojave (unosa) jedne bolesne životinje (ili u inkubaciji) u jedno domaćinstvo.

Posljedice širenja procijenjene *Gaussovim* modelom (donja slika): procjena širenja virusa zaraženog gospodarstva, pod uvjetom da se čestice aerosola šire zrakom Q=120.000 TCID50/s, (doza koju

izlučuju preživači dnevno) ukoliko se procjenjuje meteorološki neutralno atmosfersko područje s vjetrom koji puše 1,6 m/s.



Slika 6.2.-2. – Koncentracija virusa u odnosu na izvor

Na temelju toga se procjenjuje rizik infekcije za pojedine vrste prema udaljenosti od izvora.

Pod istim uvjetima, rizik za goveda je na d=5.267 m (ca. 5,2 km), za ovce i koze d=847 m (ca. 0.8 km) i svinje d=252 m (ca. 0,3 km).

Svaka promjena meteoroloških uvjeta i brzina vjetra mijenja rizik infekcije. Kod veće brzine vjetra povećava se područje rizika.

3.2.2.1.1. POSLJEDICE

3.2.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 6.2.-5.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.2.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 6.2.-6. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.2.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 6.2.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.2.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.2.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.2.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.2.-10. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.2.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Slinavka i šap je potvrđena u životinje na teritoriju Republike Hrvatske i epidemija zahvati cijeli teritorij Vukovarsko-srijemske županije

Vukovarsko-srijemska županija obuhvaća površinu od 2448 km2. Prema popisu iz 2011. godine Županija ima 179.521 stanovnika u 84 naseljena mjesta, koja u organizacijskom pogledu čine 5 gradova (Vukovar, Ilok, Vinkovci, Županja i Otok) i 26 općina. Gustoća populacije domaćih papkara prikazana je u kartama koje su sastavni dio ovog dokumenta. Najsjevernija geografska točka županije od najjužnije udaljena je oko 70 km, a otprilike ista udaljenost dijeli istočnu i zapadnu točku.

U slučaju da je donesen virus slinavke i šapa direktno iz endemijskog područja (broj oboljelih životinja je stalan) u Republiku Hrvatsku i njime se zarazi mali broj prijemljivih životinja te se tim životinjama bolest prenese dalje na prijemljive životinje u Republici Hrvatskoj. Pri tome se mora uračunati zakašnjelo prepoznavanje bolesti i višestruko nepridržavanje striktnih mjera sprječavanja širenja, kontrole, suzbijanja i iskorjenjivanja bolesti.

Izvori prema kojima se povjerenstvo okvirno ravna pri procjeni štete:

- Tržišno – informacijski sustav u poljoprivredi (TISUP) – stoka, meso i mesne prerađevine. Svaka dva do tri tjedna Odjel TISUP-a u Ministarstvu poljoprivrede objavljuje na mrežnim stranicama Tablicu evidencije kretanje cijena za kilogram žive vage stoke za klanje, i to po dobnim kategorijama, u kontinentalnom i primorskom dijelu Hrvatske. Evidencije kretanja

cijena su dostupne na mrežnoj stranici Ministarstva poljoprivrede. http://www.tisup.mps.hr/Arhiva.aspx?id=1

- Mrežne stranice: Oglasnik „Njuškalo“, forumi (poljoprivredni), društvene mreže, na kojima se stječe uvid u kretanje cijena životinja za rasplod i proizvodnju (kopitari, papkari, perad, predmeti...). Prate se cijene životinja na području županije posjednika i šire po potrebi.
- Tvrtke koje se bave uvozom životinja za rasplod (najčešće gravidne junice, junad ili telad za tov).
- Kontakt s posjednicima koji izravno nabavljaju životinje iz zemalja Europske Unije.
- Na mrežnim stranicama pregledavaju se cijene životinja za rasplod u državama Europske Unije - cijene gravidnih junica svrstanih po kategorijama koje se određuje prema proizvodnim svojstvima roditelja (mlijeko).
- Temeljem navedenih izvora za procjenu tržišne vrijednosti životinja, jedan do dva puta mjesečno, zavisno o vrsti životinja, ažuriraju se Tablice s okvirnim procjenama tržišne vrijednosti životinja za potrebe povjerenstva
- Procjena vrijednosti životinje može varirati zavisno od područja s kojega ista potječe, tako da će vrijednost životinje iste vrste i pasmine biti uvećana za određeni iznos ako potječu iz područja gorske Hrvatske (npr. područje Like i Gorskog Kotara 15-20% u odnosu na kontinentalni dio Hrvatske) i južnog dijela Hrvatske (Dalmacija – 20-25%)

Izvori prema kojima se povjerenstvo okvirno ravna pri procjeni štete:

- Tržišno – informacijski sustav u poljoprivredi (TISUP) – stoka, meso i mesne prerađevine. Svaka dva do tri tjedna Odjel TISUP-a u Ministarstvu poljoprivrede objavljuje na mrežnim stranicama Tablicu evidencije kretanje cijena za kilogram žive vage stoke za klanje, i to po dobnim kategorijama, u kontinentalnom i primorskom dijelu Hrvatske. Evidencije kretanja cijena su dostupne na mrežnoj stranici Ministarstva poljoprivrede. http://www.tisup.mps.hr/Arhiva.aspx?id=1
- Mrežne stranice: Oglasnik „Njuškalo“, forumi (poljoprivredni), društvene mreže, na kojima se stječe uvid u kretanje cijena životinja za rasplod i proizvodnju (kopitari, papkari, perad, predmeti...). Prate se cijene životinja na području županije posjednika i šire po potrebi.
- Tvrtke koje se bave uvozom životinja za rasplod (najčešće gravidne junice, junad ili telad za tov).
- Kontakt s posjednicima koji izravno nabavljaju životinje iz zemalja Europske Unije.
- Na mrežnim stranicama pregledavaju se cijene životinja za rasplod u državama Europske Unije - cijene gravidnih junica svrstanih po kategorijama koje se određuje prema proizvodnim svojstvima roditelja (mlijeko).
- Temeljem navedenih izvora za procjenu tržišne vrijednosti životinja, jedan do dva puta mjesečno, zavisno o vrsti životinja, ažuriraju se Tablice s okvirnim procjenama tržišne vrijednosti životinja za potrebe povjerenstva
- Procjena vrijednosti životinje može varirati zavisno od područja s kojega ista potječe, tako da će vrijednost životinje iste vrste i pasmine biti uvećana za određeni iznos ako potječu iz područja gorske Hrvatske (npr. područje Like i Gorskog Kotara 15-20 % u odnosu na kontinentalni dio Hrvatske) i južnog dijela Hrvatske (Dalmacija – 20-25%)

Procjena predmeta oštećenih i uništenih pri provedbi mjera obavlja se prema tržnoj vrijednosti istih novih predmeta umanjenih za predviđeni godišnju stopu „otpisa“ (amortizacije) vrijednosti koja ovisi o godinama korištenja - uporabe, ili pak tržne vrijednosti iste takve rabljene stvari.

Tablica 6.2.-11. – Troškovi stručnog rada veterinarskog osoblja

Opis	Jedinica	Vrijednost
Stručni rad doktora veterinarske medicine	po obračunskom satu	295,00 kn
Rad pomoćnog osoblja – veterinarskog tehničara	po obračunskom satu	125,00 kn
Dezinfekcija farme	Mjera se provodi dva puta	2.200,00 kn + PDV
Deratizacija farme	Mjera se provodi dva puta	750,00 kn + PDV
Uspostava i održavanje dezinfekcijskih barijera za vozila i osoba na izlazu zona pod ograničenjem	Stalno održavanje uz obračun svih materijalnih troškova	2.500,00 kn + PDV
Dezinfekcija vozila i opreme na izlazu	Prosječan cijena po satu rada veterinara. tehničara – bez obračuna materijalnih troškova	125,00 kuna + PDV

Ukupni broj svih farmi domaćih papkara (goveda, svinje, ovce, koze) iznosi 12 764, što u prosjeku iznosi 5,2 farme po četvornom kilometru.

U slučaju izbijanja bolesti te u svrhu sprječavanja širenja bolesti trebalo bi usmrtiti sve papkare u krugu od 3 km od zaražene farme, a testirati sve u krugu od najmanje 10 km te sva kontaktna gospodarstva. Površina koja obuhvaća područje na kojem se sve prijemljive životinje usmrćuju iznosi oko 28 km^2, a površina na kojoj treba provesti kontrolu iznosi 290 km^2 (ukupna površina kruga polumjera 10 km iznosi 314 km^2 umanjena za 28 km^2). Pod pretpostavkom da su farme geografski ravnomjerno razmještene u zoni usmrćivanja, smješteno je oko 145 farmi, a na području obvezne kontrole 1.484 (ukupan broj od 1.632 farme umanjen za 145).

Tablica 6.2.-12. – Broj farmi i domaćih papkara na području Vukovarsko-srijemskoj županiji

Goveda	**Broj farmi**	**Goveda**	**Muška telad**	**Ženska telad**	**Krave**	**Junad**	**Junice**	**Bikovi**
	1389	30333	2107	1900	11948	6433	7940	5
Ovce i koze	**Broj farmi**	**Ovce**	**Koze**					
	498	15346	834					
Svinje	**Broj Farmi**	**Svinje**						
	10877	233528						

Bugarska iskustva iz 2011. godine ukazuju da treba uzeti u obzir višestruka izbijanja bolesti u razdoblju od nekoliko mjeseci od inicijalnog slučaja bolesti. Pri spomenutoj epizootiji zabilježeno je 12 izbijanja. Kada je riječ o Vukovarsko-srijemskoj županiji u slučaju izbijanja 7 različitih žarišta bila bi prekrivena cijela županija.

S obzirom na činjenicu da veličina stada u spomenutoj županiji ne prati normalnu razdiobu, izračun prosječne veličine farme dao bi nedovoljno precizan izračun koji bi odstupao od stvarnog stanja (*Godišnje izvješće HPA za 2013. Gpdinu str. 21*). Naime, veliki je broj farmi s malim brojem životinja, a malen je broj farmi s velikim brojem životinja.

Tablica 6.2.-13. – Cijena kilograma žive stoke za klanje

Proizvod	**Cijena (kn)**
Tele simental (80-160 kg)-*calf*	22,00
Tele holstajn (80-160kg)-*calf*	18,00
Junica simental (za klanje)-*heifer*	11,00
Junica holstajn (za klanje)-*heifer*	9,00
Bik simental (>450kg)-*beef*	13,00
Bik holstajn (300-450 kg)-*beef*	11,00
Krava simental (za klanje)-*cow*	5,00
Odojak (25-35 kg)-*piglets*	15,00
Svinja (80-120 kg)-*pig*	9,00
Krmača (za klanje)-*sow*	8,00
Janjad-*lambs**	21,00
Ovca (za klanje)-*sheep**	8,00
Jare-*kid goat**	23,0

(* prosjek za Republiku Hrvatsku)
Izvor: TISUP u razdoblju od 16. do 22. ožujka 2015. - - tjedan 12

Tablica 6.2.-14. – Tržišna vrijednost životinja koje bi trebalo eutanazirati u slučaju pojave SiŠ-a u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Vrsta/kategorija	Ukupan broj	broj eutanaziranih	tjelesna masa (kg)	cijena (kn/kg)	vrijednost (kn)
Muška telad	2.107	702	120	22,00	1.854.160,00
Ženska telad	1.900	633	120	22,00	1.672.000,00
Krave	11.948	3.983	600	8,00	17.922.000,00
Junad	6.433	2.144	400	12,00	10.292.800,00
Junice	7.940	2.647	350	12,00	11.116.000,00
Bikovi	5	2	600	12,00	12.000,00
Ovce i koze ukupno	16.180	5.393	n.p.	n.p.	n.p.
Ovce/koze *	8.000	2.667	60	8,00	1.280.000,00
Janjad/jarad*	8.000	2.667	30	22	1.760.000,00
Svinje**	233.528	77.843	100	10	77,842,666,67
Ukupno					**123.751.626,67**

(* - uz pretpostavku da je plodnost 100%, odnosno da je međusobni omjer majki i mladunčadi podjednak
** - uzeta je prosječna tjelesna masa 100 kg)

Pasminski sastav goveda u Vukovarsko-srijemskoj županiji prema podacima HPA čine uglavnom holštajn i simentalac. U ukupnom broju neznatno prevladavaju goveda simentalske pasmine, ali je radi lakšeg izračuna uzet omjer 1:1. Druge pasmine neznatno su zastupljene.
Stoga je u ovom dokumentu prikazan scenarij izravnih financijskih troškova suzbijanja i kontrole slinavke i šapa temeljen na pretpostavci da bi se u slučaju izbijanja bolesti pojavilo više žarišta, da bi broj životinja koje treba eutanazirati i neškodljivo ukloniti iznosio oko jedne trećine ukupnog broja papkara, a ostale dvije trećine papkara bi bile podvrgnute dijagnostičkom testiranju.

Uzimajući u obzir dostupne podatke Ministarstva poljoprivrede o brojnom stanju domaćih papkara po županijama te izvješće TISUP-a o prosječnim cijena, a u 12. tjednu 2015., procijenjena vrijednost domaćih papkara koji bi u slučaju pojave slinavke i šapa morali biti eutanazirani i neškodljivo uklonjeni iznosi 123.751.626,67 kuna. (*Tablica 6.2.-14.*)

Ostali troškovi koji se mogu kvantificirati su troškovi vakcinacije ugroženih životinja koje je jednokratno. (*Tablica 6.2.-15.*) Cijena cijepljenja životinje (prema akciji MP vakcinacije protiv bolesti plavog jezika tijekom 2015. godine) iznosi 3 eura/životinja (cijena doze, pregleda i aplikacije vakcine).

Tablica 6.2.-15. – Troškovi cijepljena ugroženih SiŠ-om u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Vrsta/kategorija	Ukupno	Eutanazirane	Ugrožene	Tjelesna masa (kg)	Cijena (kn/kg)	Eutanazija (kn)	Cijepljenje (kn)
Muška telad	2.107	702	1.405	120,00	22,00	1.854.160,00	35.125,00
Ženska telad	1.900	633	1.267	120,00	22,00	1.672.000,00	31.675,00
Krave	11.948	3.983	7.965	600,00	8,00	17.922.000,00	199.125,00
Junad	6.433	2.144	4.289	400,00	12,00	10.292.800,00	107.225,00
Junice	7.940	2.647	5.293	350,00	12,00	11.116.000,00	132.325,00
Bikovi	5	2	3	600,00	12,00	12.000,00	75,00
Ovce i koze ukupno	16.180	5.393	10.787	n.p	n.p.	n.p.	269.675,00
ovce/koze *	8.000	2.667	5.333	60,00	8,00	1.280.000,00	133.325,00
Janjad/jarad*	8.000	2.667	5.333	30,00	22,00	1.760.000,00	133.325,00
Svinje**	233.528	77.843	155.685	100,00	10,00	77.842.666,67	3.892.125,00
Ukupno	**296.041**	**98.681**	**197.360**	**2.380,00**		**123.751.626,67**	**4.934.000,00**

3.2.2.2.1. POSLJEDICE

3.2.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

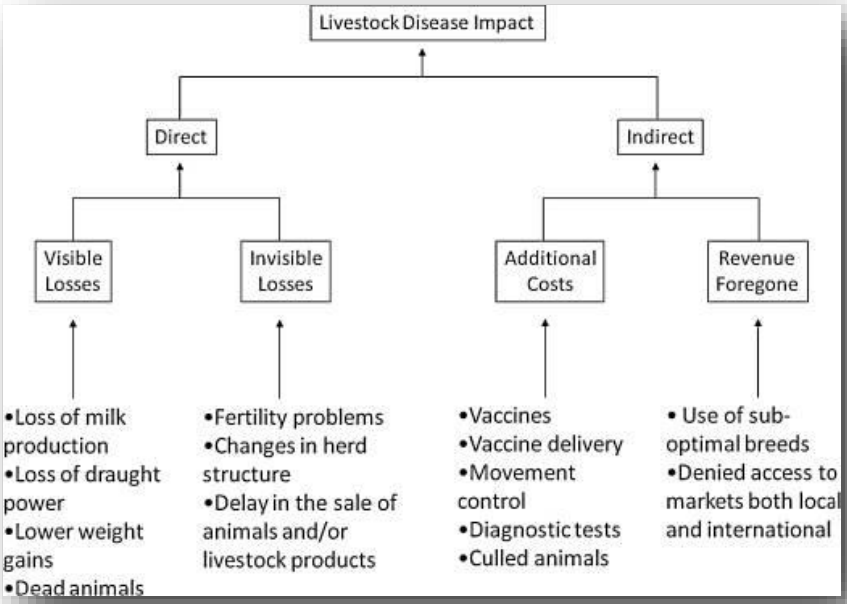
Tablica 6.2.-16.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.2.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 6.2.-17. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	



Slika 6.2.-3. - Prikaz šteta uslijed pojave slinavke i šapa (Izvor: Rushton J., Thornton P.K., Otte M.J. Methods of economic impact assessment. Revue scientifique et technique OIE, 1999;18:315–342)

Osim izravnih i neizravnih, pojava slinavke i šapa izaziva i tzv. inducirane učinke na ostale gospodarske grane u zemlji kao npr. smanjena turistička aktivnost, smanjenje/ukidanje broja radnih mjesta. Ovi učinci višestruko nadmašuju izravne štete (*Donald Webb (2008): The economic and social impact of the Foot and Mouth Disease. Institute for Animal Health, Anon. (2002): Surveys of the economic impact of foot and mouth disease in six districts. DEFRA, UK*)

3.2.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 6.2.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.2.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.2.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.2.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.2.-21. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.2.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Ova procjena rizika zasniva se na kvalitativnoj metodologiji gdje su vjerojatnost pojave kao i moguće posljedice rezultat mišljenja i procjena stručnjaka sa Hrvatskog veterinarskog instituta te Veterinarskog fakulteta u Zagrebu. Pretpostavljena je vjerojatnost pojave jednom u 20 godina, a posljedice se temelje na procjeni potrebnih sredstava i indirektnih šteta koje je teško odrediti.

Nepouzdanost

Postojeći stručnjaci posjeduju dostatna znanja o osmišljavanju i primjeni metodologije, ranjivostima i otpornostima ljudi i imovine te izračunu mogućih šteta koje može uzrokovati ova prijetnja zbog čega se ne očekuju značajne greške u rezultatima procjene rizika.

Niska nepouzdanost proizlazi iz nedostatnih administrativnih kapaciteta (premalog broja adekvatno educiranih stručnjaka) te posljedičnih vremenskih ograničenja u izradi odgovarajućih dokumenata.

Postoji dovoljna količina statističkih podataka i pouzdanih podataka o štetama, ranjivostima te otpornosti ljudi i imovine, te su podaci koji postoje službeni i pouzdani zbog čega se ne očekuju značajnije značajniji nedostaci u rezultatima procjene rizika . Procjena rizika temeljena je na službenim podatcima i dokumentima relevantnih europskih i svjetskih institucija iz područja zdravlja životinja te njihovim procjenama rizika čiji su parametri potom modificirani i usklađeni sa stvarnim stanjem u Republici Hrvatskoj i mogućim štetama koje bi pojava opisanog štetnog događaja prouzročila.

Postojeći stručnjaci sposobni su izraditi metodologiju za izračun šteta, ranjivosti te vjerojatnosti pojave opisanog scenarija, odnosno postoji gotova metodologija koja je prilagođena procjeni rizika zbog čega se očekuje visoka točnost rezultata procjene tj niska nepouzdanost procjene.

Niska nepouzdanost proizlazi iz nedostatnih administrativnih kapaciteta (premalog broja adekvatno educiranih stručnjaka) te posljedičnih vremenskih ograničenja u izradi odgovarajućih dokumenata.

Tablica 6.2.-22. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**			
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**		**X**	

3.2.4. POPIS LITERATURE

1. ALEXANDERSEN, S., Z. ZHANG, A. I. DONALDSON, A. J. M. GARLAND (2003): The Pathogenesis and Diagnosis of Foot-and-Mouth Disease. Journal of Comparative Pathology 129, 1-36.
2. BACKER, J. A., B. ENGEL, A. DEKKER, H. J. W. VAN ROERMUND (2012a): Vaccination against foot-and-mouth disease II: Regaining FMD-free status. Preventive Veterinary Medicine 107, 41-50.
3. BACKER, J. A., T. J. HAGENAARS, G. NODELIJK, H. J. W. VAN ROERMUND (2012b): Vaccination against foot-and-mouth disease I: Epidemiological consequences. Preventive Veterinary Medicine 107, 27-40.
4. BARNETT, P., A. J. M. GARLAND, R. P. KITCHING, C. G. SCHERMBRUCKER (2002): Aspects of emergency vaccination against foot-and-mouth disease. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 25, 345-364.
5. BICKERSTAFF, K., P. SIMMONS, N. PIDGEON (2006): Situating local experience of risk: Peripherality, marginality and place identity in the UK foot and mouth disease crisis. Geoforum 37, 844-858.
6. BLANCOU, J. (2002): History of the control of foot and mouth disease. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 25, 283-296.
7. BOENDER, G. J., H. J. W. VAN ROERMUND, M. C. M. DE JONG, T. J. HAGENAARS (2010): Transmission risks and control of foot-and-mouth disease in The Netherlands: Spatial patterns. Epidemics 2, 36-47.
8. BOISVERT, R. N., D. KAY, C. G. TURVEY (2012): Macroeconomic costs to large scale disruptions of food production: The case of foot- and-mouth disease in the United States. Economic Modelling 29, 1921-1930.
9. BOKLUND, A., T. HALASA, L. E. CHRISTIANSEN, C. ENØE (2013): Comparing control strategies against foot-and-mouth disease: Will vaccination be cost-effective in Denmark? Preventive Veterinary Medicine 111, 206-219.
10. BØTNER, A., G. J. BELSHAM (2012): Virus survival in slurry: Analysis of the stability of foot-and-mouth disease, classical swine fever, bovine viral diarrhoea and swine influenza viruses. Veterinary Microbiology 157, 41-49.
11. CARRILLO, C. (2014): Organisms of Concern but not Foodborne or Confirmed Foodborne: Foot-and-Mouth Disease Virus, In: Motarjemi, Y. (Ed.) Encyclopedia of Food Safety. Academic Press, Waltham, pp. 227-231.
12. CHIS STER, I., P. J. DODD, N. M. FERGUSON (2012): Within-farm transmission dynamics of foot and mouth disease as revealed by the 2001 epidemic in Great Britain. Epidemics 4, 158-169.
13. CONVERY, I., C. BAILEY, M. MORT, J. BAXTER (2005): Death in the wrong place? Emotional geographies of the UK 2001 foot and mouth disease epidemic. Journal of Rural Studies 21, 99-109.
14. COWLED, B., G. GARNER (2008): A review of geospatial and ecological factors affecting disease spread in wild pigs: Considerations for models of foot-and-mouth disease spread. Preventive Veterinary Medicine 87, 197-212.
15. DAVIES, G. (2002): Foot and mouth disease. Research in Veterinary Science 73, 195-199.

16. DOMINGO, E., E. BARANOWSKI, C. ESCARMÍS, F. SOBRINO (2002): Foot-and-mouth disease virus. Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases 25, 297-308.
17. EAST, I. J., S. E. ROCHE, R. M. WICKS, K. DE WITTE, M. G. GARNER (2014): Options for managing animal welfare on intensive pig farms confined by movement restrictions during an outbreak of foot and mouth disease. Preventive Veterinary Medicine 117, 533-541.
18. EBLÉ, P. L., A. BOUMA, M. G. M. DE BRUIN, F. VAN HEMERT-KLUITENBERG, J. T. VAN OIRSCHOT, A. DEKKER (2004): Vaccination of pigs two weeks before infection significantly reduces transmission of foot-and-mouth disease virus. Vaccine 22, 1372-1378.
19. ELNEKAVE, E., L. ZAMIR, F. HAMD, B. EVEN TOV, E. KLEMENT Risk factors for foot and mouth disease outbreaks in grazing beef cattle herds. Preventive Veterinary Medicine.
20. FERNÁNDEZ, J., M. AGÜERO, L. ROMERO, C. SÁNCHEZ, S. BELÁK, M. ARIAS, J. M. SÁNCHEZ-VIZCAÍNO (2008): Rapid and differential diagnosis of foot-and-mouth disease, swine vesicular disease, and vesicular stomatitis by a new multiplex RT-PCR assay. Journal of Virological Methods 147, 301-311.
21. FRANKS, J., P. LOWE, J. PHILLIPSON, C. SCOTT (2003): The impact of foot and mouth disease on farm businesses in Cumbria. Land Use Policy 20, 159-168.
22. GOHIN, A., A. RAULT (2013): Assessing the economic costs of a foot and mouth disease outbreak on Brittany: A dynamic computable general equilibrium analysis. Food Policy 39, 97-107.
23. GREEN, L. E., G. F. MEDLEY (2002): Mathematical modelling of the foot and mouth disease epidemic of 2001: strengths and weaknesses. Research in Veterinary Science 73, 201-205.
24. HAGAR, C. (2012): 5 - Information needs and seeking during the 2001 UK foot-and-mouth crisis, In: Hagar, C. (Ed.) Crisis Information Management. Chandos Publishing, pp. 87-101.
25. HAYAMA, Y., T. YAMAMOTO, S. KOBAYASHI, N. MUROGA, T. TSUTSUI (2013): Mathematical model of the 2010 foot-and-mouth disease epidemic in Japan and evaluation of control measures. Preventive Veterinary Medicine 112, 183-193.
26. HUTBER, A. M., R. P. KITCHING, E. PILIPCINEC (2006): Predictions for the timing and use of culling or vaccination during a foot-and-mouth disease epidemic. Research in Veterinary Science 81, 31-36.
27. KIM, H.-M., I.-S. SHIM, Y.-W. BAEK, H.-J. HAN, P.-J. KIM, K. CHOI (2013): Investigation of disinfectants for foot-and-mouth disease in the Republic of Korea. Journal of Infection and Public Health 6, 331-338.
28. KITCHING, R. P., A. M. HUTBER, M. V. THRUSFIELD (2005): A review of foot-and-mouth disease with special consideration for the clinical and epidemiological factors relevant to predictive modelling of the disease. The Veterinary Journal 169, 197-209.
29. KLEIN, J. (2009): Understanding the molecular epidemiology of foot-and-mouth-disease virus. Infection, Genetics and Evolution 9, 153-161.
30. KNIGHT-JONES, T. J. D., J. RUSHTON (2013): The economic impacts of foot and mouth disease – What are they, how big are they and where do they occur? Preventive Veterinary Medicine 112, 161-173.
31. KOBAYASHI, M., T. E. CARPENTER, B. F. DICKEY, R. E. HOWITT (2007a): A dynamic, optimal disease control model for foot-and-mouth-disease:: II. Model results and policy implications. Preventive Veterinary Medicine 79, 274-286.

32. KOBAYASHI, M., T. E. CARPENTER, B. F. DICKEY, R. E. HOWITT (2007b): A dynamic, optimal disease control model for foot-and-mouth disease:: I. Model description. Preventive Veterinary Medicine 79, 257-273.
33. LEE, H.-S., N.-H. LEE, M.-G. SEO, Y.-J. KO, B. KIM, J.-B. LEE, J.-S. KIM, S. PARK, Y.-K. SHIN (2013): Serological responses after vaccination of growing pigs with foot-and-mouth disease trivalent (type O, A and Asia1) vaccine. Veterinary Microbiology 164, 239-245.
34. LIU, C.-C., Y.-H. CHOW, P. CHONG, M. KLEIN (2014): Prospect and challenges for the development of multivalent vaccines against hand, foot and mouth diseases. Vaccine 32, 6177-6182.
35. MAHUL, O., B. DURAND (2000): Simulated economic consequences of foot-and-mouth disease epidemics and their public control in France. Preventive Veterinary Medicine 47, 23-38.
36. MARTÍNEZ-LÓPEZ, B., A. M. PEREZ, J. M. SÁNCHEZ-VIZCAÍNO (2010): A simulation model for the potential spread of foot-and-mouth disease in the Castile and Leon region of Spain. Preventive Veterinary Medicine 96, 19-29.
37. MCLAWS, M., C. RIBBLE, C. STEPHEN, B. MCNAB, P. R. BARRIOS (2007): Reporting of suspect cases of foot-and-mouth-disease during the 2001 epidemic in the UK, and the herd sensitivity and herd specificity of clinical diagnosis. Preventive Veterinary Medicine 78, 12-23.
38. MCREYNOLDS, S. W., M. W. SANDERSON, A. REEVES, A. E. HILL (2014): Modeling the impact of vaccination control strategies on a foot and mouth disease outbreak in the Central United States. Preventive Veterinary Medicine 117, 487-504.
39. MOONEN, P., L. JACOBS, A. CRIENEN, A. DEKKER (2004): Detection of carriers of foot-and-mouth disease virus among vaccinated cattle. Veterinary Microbiology 103, 151-160.
40. NERLICH, B., M. DÖRING (2005): Poetic Justice? Rural policy clashes with rural poetry in the 2001 outbreak of foot and mouth disease in the UK. Journal of Rural Studies 21, 165-180.
41. NUANUALSUWAN, S., P. THONGTHA, S. KAMOLSIRIPICHAIPORN, S. SUBHARAT (2008): UV inactivation and model of UV inactivation of foot-and-mouth disease viruses in suspension. International Journal of Food Microbiology 127, 84-90.
42. ORSEL, K., M. C. M. DE JONG, A. BOUMA, J. A. STEGEMAN, A. DEKKER (2007): The effect of vaccination on foot and mouth disease virus transmission among dairy cows. Vaccine 25, 327-335.
43. ORTIZ-PELAEZ, A., D. U. PFEIFFER, R. J. SOARES-MAGALHÃES, F. J. GUITIAN (2006): Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. Preventive Veterinary Medicine 76, 40-55.
44. ROCHE, S. E., M. G. GARNER, R. M. WICKS, I. J. EAST, K. DE WITTE (2014): How do resources influence control measures during a simulated outbreak of foot and mouth disease in Australia? Preventive Veterinary Medicine 113, 436-446.
45. RODRIGUEZ, L. L., M. J. GRUBMAN (2009): Foot and mouth disease virus vaccines. Vaccine 27, Supplement 4, D90-D94.
46. RWEYEMAMU, M. M. (1992): The changing face of foot-and-mouth disease (FMD) control. British Veterinary Journal 148, 365-367.
47. SAMUEL, A. R., N. J. KNOWLES (2001): Foot-and-mouth disease virus: cause of the recent crisis for the UK livestock industry. Trends in Genetics 17, 421-424.

48. SCHRIJVER, R. S., W. VOSLOO (2011): Diseases of Dairy Animals | Infectious Diseases: Foot-and-Mouth Disease, In: Fuquay, J.W. (Ed.) Encyclopedia of Dairy Sciences (Second Edition). Academic Press, San Diego, pp. 160-167.
49. SCOTT, A., M. CHRISTIE, P. MIDMORE (2004): Impact of the 2001 foot-and-mouth disease outbreak in Britain: implications for rural studies. Journal of Rural Studies 20, 1-14.
50. SMITH, M. T., A. M. BENNETT, M. J. GRUBMAN, B. C. BUNDY (2014): Foot-and-mouth disease: Technical and political challenges to eradication. Vaccine 32, 3902-3908.
51. STENFELDT, C., L. LOHSE, G. J. BELSHAM (2013): The comparative utility of oral swabs and probang samples for detection of foot-and-mouth disease virus infection in cattle and pigs. Veterinary Microbiology 162, 330-337.
52. SUTMOLLER, P., S. S. BARTELING, R. C. OLASCOAGA, K. J. SUMPTION (2003): Control and eradication of foot-and-mouth disease. Virus Research 91, 101-144.
53. THOMSON, G. R., W. VOSLOO, A. D. S. BASTOS (2003): Foot and mouth disease in wildlife. Virus Research 91, 145-161.
54. TILDESLEY, M. J., G. SMITH, M. J. KEELING (2012): Modeling the spread and control of foot-and-mouth disease in Pennsylvania following its discovery and options for control. Preventive Veterinary Medicine 104, 224-239.
55. TOMASSEN, F. H. M., A. DE KOEIJER, M. C. M. MOURITS, A. DEKKER, A. BOUMA, R. B. M. HUIRNE (2002): A decision-tree to optimise control measures during the early stage of a foot-and-mouth disease epidemic. Preventive Veterinary Medicine 54, 301-324.
56. VALARCHER, J.-F., J. GLOSTER, C. A. DOEL, B. BANKOWSKI, D. GIBSON (2008): Foot-and-mouth disease virus (O/UKG/2001) is poorly transmitted between sheep by the airborne route. The Veterinary Journal 177, 425-428.
57. VAN HAAFTEN, E. H., M. OLFF, P. H. KERSTEN (2004): The psychological impact of the Foot and Mouth Disease crisis on Dutch dairy farmers. NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences 51, 339-349.
58. WIJNKER, J. J., B. HAAS, B. R. BERENDS (2012): Inactivation of foot-and-mouth disease virus in various bovine tissues used for the production of natural sausage casings. International Journal of Food Microbiology 153, 237-240.

3.3. *Ekstremne temperature*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena je ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.3.1. OPIS SCENARIJA

3.3.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Pojava toplinskih valova na području grada Zagreba
Grupa rizika:
Ekstremne vremenske pojave
Rizik:
Ekstremne temperature
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo zdravstva
Glavni nositelj:
Ministarstvo zdravstva
Glavni izvršitelj:
Hrvatski zavod za javno zdravstvo

3.3.1.2. *Uvod*

Toplinski valovi uzrokovani klimatskim promjenama, radi veće učestalosti i intenziteta, mogu dovesti do povećanja rizika za stanovništvo. Svaka zemlja utvrđuje parametre koji definiraju pojavu toplinskih valova, Zbog toga je Državni hidrometeorološki zavod (u daljnjem tekstu: DHMZ) prati klimatologiju toplinskih valova, učestalost njihovog pojavljivanja, intenzitet i trajanje te je odredio

kriterije termičkog opterećenja pri kojima se pojavljuje povećani rizik po zdravlje ljudi u različitim klimatskim područjima Hrvatske. Republiku Hrvatsku možemo podijeliti u osam klimatskih regija: osječka, zagrebačka, karlovačka, gospićka, riječka, kninska, splitska i dubrovačka.

Prema „Protokolu o postupanju i preporuke za zaštitu od vrućine“ na području Republike Hrvatske u razdoblju od 15. svibnja do 15. rujna se prema hitnim medicinskim intervencijama prati pobol i smrtnost stanovništva prema riziku pojave toplinskog vala. Veza između zdravstvenih posljedica po stanovništvo i izloženosti toplinskom stresu pokazuje povećan pobol i smrtnost u praćenom periodu. Reakcija na topli stres je brža od reakcije na hladni stres i ima neposredni utjecaj na pobol i smrtnost kod ljudi. DHMZ, u navedenom razdoblju, kontinuirano prati temperature i u slučaju kada postoji 70% vjerojatnosti za prijelaz praga temperature (oko 35°C, ali to ovisi o regiji), izvještava Ministarstvo zdravstva i Hrvatski zavod za javno zdravstvo (u daljnjem tekstu: HZJZ) o nastupanju toplinskog vala tj. da je dosegnut prag visokih temperatura u jednoj ili više regija.. Kriteriji za izdavanje najava i upozorenja na opasnost od toplinskih valova koji mogu djelovati na zdravlje prikazuju se po klimatskim regijama temperaturama zraka za različite stupnjeve rizika, odnosno opasnosti od toplinskih valova za maksimalnu i minimalnu temperaturu zraka:

Tablica 6.3.-1. – Temperature pri kojima nastupa toplinski val po gradovima

	Maksimalna temperatura		
Osijek	35.2	36.7	38.8
Zagreb	33.7	35.1	37.1
Karlovac	34.5	35.9	38.0
Gospić	32.1	33.4	35.4
Rijeka	32.7	33.9	35.5
Knin	35.5	36.9	39.0
Split	33.9	35.1	36.7
Dubrovnik	32.3	33.2	34.7
	Minimalna temperatura		
Osijek	20.1	21.2	22.9
Zagreb	20.2	21.3	22.9
Karlovac	20.0	21.1	22.7
Gospić	17.0	18.0	19.6
Rijeka	22.7	23.7	25.1
Knin	20.5	21.6	23.1
Split	25.8	26.8	28.2
Dubrovnik	25.4	26.3	27.6

	Nema opasnosti (rizik)
	Umjerena opasnost (rizik)
	Velika opasnost (rizik)
	Vrlo velika opasnost (rizik)

Izvor: DHMZ

Stupanj rizika podiže se na višu razinu ukoliko temperatura premašuje navedene granice dulje od četiri dana i ukoliko su istovremeno ispunjeni uvjeti za minimalnu i maksimalnu temperaturu.

Praćenjem i analizom pobola u svrhu istraživanja vezanog uz povišene temperature u 2015. godini pokazalo se da je sveukupno provedeno 311.883 hitnih intervencija upisanih pod s 4.744 različitih dijagnoza.

Od intervencija provedenih temeljem dijagnoza označenih kao zdravstvena stanja visokog rizika kod vrućina (definirano Protokolom o postupanju i preporukama za zaštitu od vrućine), najučestalija su bila stanja iz skupine J00-J99 (bolesti respiratornog sustava; 8,82%), I00-I99 (kardiovaskularne bolesti; 8,77%) i zatim N00-N39 (bolesti bubrega; 2,91%). Ostale bolesti označene kao zdravstvena stanja visokog rizika kod vrućina bila su u podlozi 0,08% - 1,45%. Najveći broj intervencija bio je vezan uz intervencije provedene temeljem dijagnoza koje nisu unutar skupina zdravstvenih stanja visokog rizika kod vrućina (75,03%). Broj i udio intervencija prema skupini dijagnoza naveden je u tablici 6.3.-1.

Tablica 6.3.-1. – Broj intervencija prema skupinama dijagnoza

MKB skupina dg	broj	%
Ostalo	234.011	75,03
J00-J99	27.504	8,82
I00-I99	27.351	8,77
N00-N39	9.080	2,91
Missing	5.373	1,72
F10-F19	4.527	1,45
F20-F29	1.642	0,53
F00-F09	1.139	0,37
E10-E14	1.017	0,33
G20-G26	234	0,08
E65-E68	5	0,00

Od ukupnog broja intervencija 79,17% ih je bilo na dan bez povišenog temperaturnog rizika koji dovodi do povećanja smrtnosti, a 20,83% na dan kad je postojao minimalno umjereni temperaturni rizik. Broj i udio intervencija prema temperaturnom riziku naveden je u tablici 6.3.-2.

Tablica 6.3.-2. – Broj intervencija prema stupnju temperaturnog rizika

Temperaturni rizik	broj	%

povišen rizik	64.951	20,83
nije povišen rizik	246.932	79,17
Ukupno	**311.833**	**100**

U Tablici 6.3.-3. prikazan je ukupan broj intervencija prema klimatskim područjima. Najveći broj intervencija, njih 83.400 te najveći medijan od 652 intervencije odnosi se na splitsku klimatsku regiju. Potom slijedi zagrebačka klimatska regija s 79.180 intervencija i medijanom 626. Gotovo upola manji medijan broja intervencija od Splita i Zagreba bilježi osječka klimatska regija, njih 338. Klimatsko područje riječke klimatske regije slijedi s medijanom od 282, karlovačke 199, dubrovačke 159, kninske 107 i najmanje gospićka s medijanom 41. Ukupni broj intervencija na razini Republike Hrvatske za razdoblje 15.05.-15.09.2015. bio je 311.883 a medijan 246.

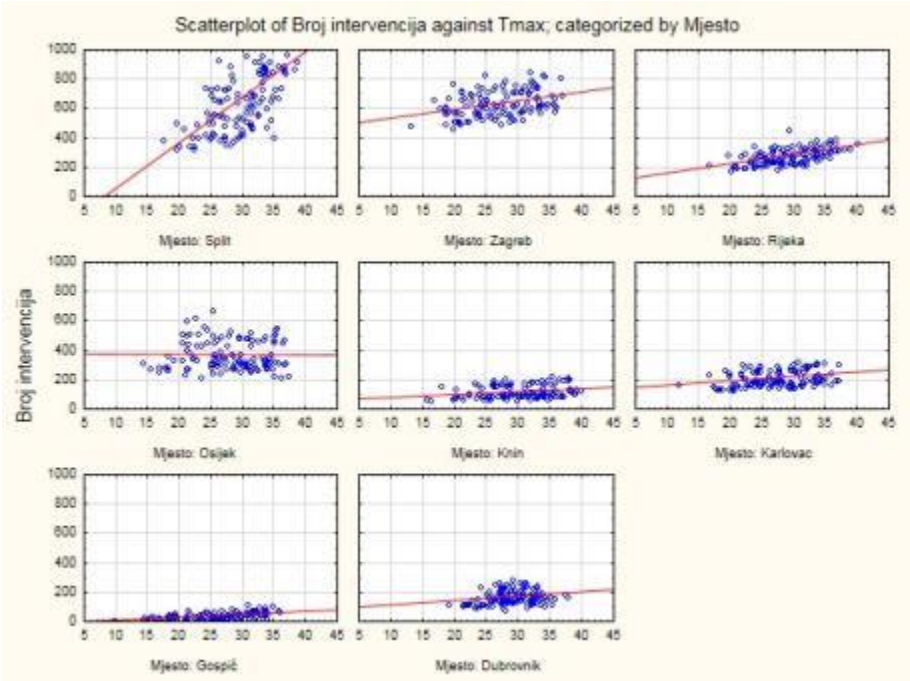
Tablica 6.3.-3 – Ukupni broj intervencija prema klimatskim područjima Republike Hrvatske u razdoblju 15.05. – 15.09. 2015.

Mjesto	**srednja vrijednost (mean)**	**zbroj (sum)**	**medijan (median)**
Split	672,58	83.400	652
Zagreb	638,55	79.180	626
Osijek	373,89	46.362	338
Rijeka	281,68	34.928	282
Karlovac	212,66	26.370	199
Dubrovnik	169,85	21.061	159
Knin	122,43	15.181	107
Gospić	43,56	5.401	41
ukupno RH	**314,40**	**311.883**	**246**

Analizirana je povezanost broja intervencija i temperaturnog maksimuma, minimuma i srednje temperature. Kada su analizirana sva klimatska područja zajedno za sva tri obilježja temperature ustanovljena je statistički značajna pozitivna korelacija s brojem intervencija (sve p vrijednosti <0,05). Što je bila veća temperatura, kako u maksimumu tako i u minimumu za pojedini dan, bio je veći i broj hitnih intervencija.

Promatrajući svako klimatsko područje zasebno vidljivo je kako se u 7 od 8 klimatskih područja podaci podudaraju, osim u slučaju klimatskog područja Osijek za praćeni period u 2015. godini. Kod spomenutih 7 klimatskih područja zaključak je isti kao i kod svih klimatskih područja zajedno, postoji pozitivna korelacija između temperaturnih varijabli i broja hitnih intervencija i ta je korelacija

statistički značajna. U slučaju Osijeka nije utvrđena statistički značajna povezanost broja intervencija i bilo koje od 3 temperaturne varijable.



Slika 6.3-1. – Broj intervencija ovisno o Tmax dana u klimatskim područjima

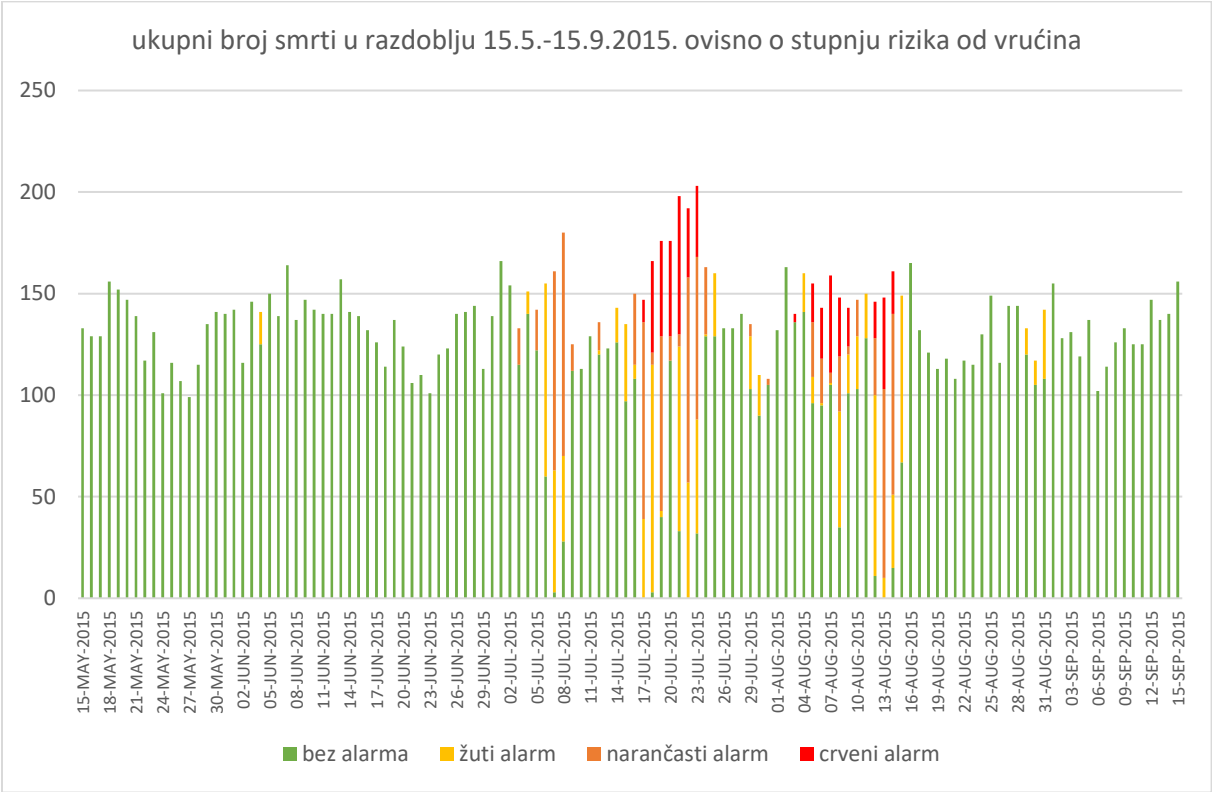
Pozitivna korelacija između minimalne, maksimalne i srednje temperature i broja intervencija utvrđena je u svim klimatskim područjima osim osječke klimatske regije, kao i u zbirnim podacima za Republiku Hrvatsku.
U splitskom, dubrovačkom i riječkom području bio je prisutan izraženiji porast broja intervencija krajem mjeseca srpnja i početkom kolovoza u odnosu na ostala klimatska područja.

Najveći broj smrti događa se u prva dva dana nakon pojave opasne temperature te kada razdoblje opasnih temperatura potraje dulje vrijeme. Od velike je važnosti žurno djelovanje u svrhu smanjenja rizičnih čimbenika i zaštite pučanstva od štetnih posljedica toplinskih valova.

Prateći smrtnost vezanu uz povišene temperature analiza sezone u 2015. godini je pokazala 26 dana sa smrtnim ishodima u narančastom i 16 dana u crvenom temperaturnom alarmu s početkom 3. srpnja 2015. godine što ukazuje da je u velikom riziku na smrtne ishode po danu bilo 40,4 osobe, a 32,2 osobe po danu je bilo u vrlo velikom riziku:

Tablica 6.3.-4 – Umrle osobe po danu prema vrsti temperaturnog rizika u sezoni 2015. g.

Alarm	Zeleni	Žuti	Narančasti	Crveni
Broj dana	36	34	26	16
Broj osoba	3.303	1.158	1.051	515
Osoba/dan	91,8	34	40,4	32,2



Slika 6.3-2. – Ukupan broj smrti prikazan je grafički u nastavku:

U analizama nije uzeta u obzir procjena populacije tijekom ljetnih mjeseci u pojedinim klimatskim područjima te je rezultate potrebno interpretirati s oprezom. U cilju detaljnijeg uvida potrebno je provesti daljnja istraživanja koja će uključivati i obilježja sezonskih migracija stanovništva te sezonskog porasta broja stranih državljana.

U okviru istraživanja klimatskih promjena, primjena ovih rezultata Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo na projicirane meteorološke uvjete do kraja 21. stoljeća dobivene regionalnim klimatskim modelom Državnog hidrometeorološkog zavoda daje podlogu za uspostavu nacionalnog sustava ranog upozoravanja na opasnost od toplinskih valova i rasvjetljava utjecaj klimatskih promjena na smrtnost ljudi u budućnosti.

3.3.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.3.1.4. *Kontekst*

Grad Zagreb je smješten na krajnjem jugu Srednje Europe, na prijelazu prema europskom Sredozemlju i udaljen je 170 km od Jadranskog mora. Zauzima krajnji jugozapadni dio Panonske

nizine. Nalazi se na sjeveru Republike Hrvatske na obroncima gore Medvednice i na nizini uz rijeku Savu. Veći dio grada nalazi se na 112 metara nadmorske visine. Navedeni položaj gradu pruža uvjete vlažne umjerene kontinentalne klime. Ekstremno visoke temperature predstavljaju rizik za stanovništvo Grada Zagreba u ljetnom djelu godine kad su najizrazitije. Grad Zagreb se prostire na površini od 641,35 km2 s populacijom od 779.145 ljudi. Toplinski valovi javljaju se na cijelom području Hrvatske, ali granične vrijednosti nisu jednake u različitim dijelovima zemlje, tj. u različitim klimatskim uvjetima jer je stanovništvo prilagođeno na lokanu klimu. Godišnje ima 3,5% umjerenih, 2,5% jakih i 1,5% ekstremnih toplinskih valova, odnosno oko 13 umjerenih, 9 jakih i 5-6 ekstremnih. Obzirom da se takvi događaji ne javljaju tijekom cijele godine već uglavnom u 4 mjeseca (120 dana) od 15. svibnja do 15. rujna onda bi to značilo da se u tom razdoblju umjereni toplinski valovi u prosjeku mogu očekivati jednom u cca 9 dana, jaki jednom u 13 dana i ekstremni jednom u 22 dana. Navedeni podaci dobiveni su na temelju egzaktnih podataka mjerenih u Državnom hidrometeorološkom zavodu. Državni zavod u navedenom razdoblju, stalno prati temperature i u slučaju kada postoji 70% vjerojatnosti da temperatura prijeđe prag (oko 37,1°C za Zagreb), izvještava Ministarstvo zdravstva i Hrvatski zavod za javno zdravstvo o nastupanju toplinskog vala tj. da je dosegnut prag visokih temperatura u Zagrebu. Najveći broj smrti događa se u prva dva dana nakon pojave visoke temperature i kada razdoblje „opasnih razina“ temperatura potraje dulje vrijeme.

Analize praćenja smrtnosti u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo pokazale su da je u 2012. godini u Zagrebu tijekom tjedna (krajem srpnja i početkom kolovoza) u kojem je toplinski val zadesio grad, višak smrtnih ishoda bio 5% u odnosu na tjedne bez toplinskog ekstrema. Taj se podatak podudara sa procjenom iz Državnog hidrometeorološkog zavoda za koju se označava umjerena opasnost tj. kad je smrtnost 5% viša od prosječne. Epidemiološke analize prijema iz hitnih medicinskih službi u Zagrebu 2012. godine pokazale su da je tijekom tjedna toplinskog vala porastao na 10.000 prijema naspram 6.000 prijema tijekom tjedana bez toplinskog ekstrema. Što čini razliku od 4.000 prijema više osoba koje su zatražile hitnu medicinsku pomoć u doba trajanja toplinskog vala.

U Gradu Zgrebu nalazi se 22,1% djece i mladeži 0 – 19 godina; 56,8% odraslih 20 – 59 godina; 20,7% osoba treće životne dobi, 60 i više godina. Osoba s invaliditetom je 90.853 što čini 11,66% gradskog stanovništva.

Broj aktivnog stanovništva u Zagrebu je 356.186 stanovnika, što čini udio od 45,7% u ukupnom stanovništvu. Ekonomski neaktivnog stanovništva je 54,3% odnosno 422.959 stanovnika, a uzdržavano stanovništvo 2001. godine iznosi 26,8%. Ističe se povećanje broja umirovljenika.
Prema popisu stanovništva iz 2011. godine u Hrvatskoj živi 4.284.889 stanovnika. Broj osoba starih 65 i više godina iznosi 758.633 osoba odnosno 17,7% ukupne populacije. U 2013./2014. školskoj godini ukupno je bilo 331.314 osmoškolaca temeljem podataka Ministarstva znanosti, obrazovanja i sporta. Ukupan broj djece smještenih u vrtićima je 151.514 (58,00%) od 261.231 predškolske djece. U privatnim vrtićima je smješteno 29.320 djece (19,40%), a u gradskim/općinskim/županijskim 122.194 djece.

Tablica 6.3.-1. – Ugrožene skupine u doba toplinskog vala

	Broj stanovnika	Postotak
Djeca i mladež	100.472	12,9%
Treća životna dob	161.559	20,7%
Osobe s invaliditetom	90.853	11,66%
Osobe s ITM >30	149.985	19,25%
Trudnice	5.233	0,7%
Djelatnici na otvorenom	23.878	3,1%
Ukupno	**508.102**	**65,2%**

Za predočenje opsega opterećenosti zdravstvenih ustanova (najviše u gradu) navodi se koje skupine bolesnika će biti toliko ugrožene da se hospitaliziraju ili će zatražiti stručnu medicinsku pomoć i intervenciju. Prvenstveno su to osobe s već postojećim kroničnim bolestima (hipertoničari, šećeraši, bubrežni, mentalni/depresija najviše).Ukupan broj bolesnika sa šećernom bolešću u našoj zemlji u 2010. godini iznosio je približno 316.000 od čega preko 190.000 bolesnika ima otkrivenu bolest, dok ih je gotovo 123.000 neotkriveno. Procjenjuje se da oko 150.000 bolesnika u Hrvatskoj ima kroničnu bubrežnu bolest. Za Hrvatsku prema podacima iz drugih europskih država može se procijeniti kako u našoj zemlji oko 211.500 osoba ima insuficijentnu glomerularnu filtraciju GFR < 60 ml/min, a oko 2.000 ljudi je u petom stadiju kronične bubrežne bolesti. Prema rezultatima istraživanjima provedenim u Danskoj je utvrđeno kako približno jedna trećina populacije ima najmanje jednu kroničnu bolest.

U svijetu 15-37% odraslog stanovništva ima hipertenziju, dok je prevalencija hipertenzije u osoba u dobi 60 i više godina oko 50%, s tim da je viša u urbanim nego u ruralnim područjima. Kronične mentalne bolesti (posebice depresija) kroz epidemiološka istraživanja pokazuju da 3-4% populacije boluje od težih, a 2% od blažih oblika depresije; prevalencija u svijetu iznosi 12-20% u ženskoj, a 5-12% u muškoj populaciji. Naglašava se skupina posebno ugroženih 23.878 osoba u djelatnosti građevinarstva koji su direktno izloženi toplinskom valu zbog rada na otvorenom u Gradu Zagrebu u 2013. godini.

3.3.1.5. *Uzrok*

Obzirom na proljetne hladnije vremenske prilike koje prethode toplinskom ekstremu, osjetljivost ljudi na nagli temperaturni porast, nije prilagođena. Posebno nepovoljan učinak na ljudski organizam ovaj klimatski stres uzrokuje pri nagloj, iznenadnoj pojavi ekstremno visokih temperatura koje potraju dulje vrijeme. Cijeli grad Zagreb je jedna klimatska regija i toplinski val zahvaća cijelo stanovništvo.

Iznenadni porast temperature zraka često praćen i visokim postotkom vlage u zraku. Dakle izrazito toplo vrijeme u dugotrajnijem razdoblju mjereno u odnosu na uobičajeni vremenski obrazac određenog područja (grada Zagreba) u promatranom godišnjem dobu dovodi do toplinskog vala.

3.3.2. DOGAĐAJ

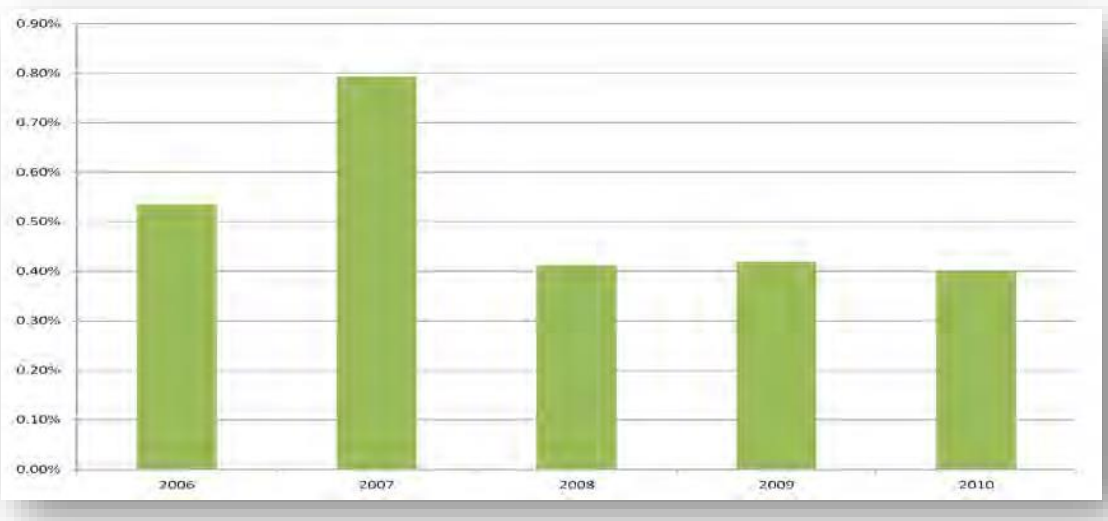
Toplinski val je prirodna, nastaje naglo bez prethodnih najava, neočekivano za Grad Zagreb koji ima umjerene u kontinentalnu klimu. Toplina može biti okidač za uzrok mnogih zdravstvenih stanja i izazvati umor, srčani udar ili konfuziju, inzult te pogoršati postojeće stanje kod kroničnih bolesnika.

Ekonomska analiza zdravstvenih učinaka i prilagodbe na klimatske promjene ukazuje na direktne i indirektne posljedice na zdravlje od pojave ekstremnih temperatura uslijed klimatskih promjena to su: povećana smrtnost i broj ozljeda, povećan rizik od zaraznih bolesti, prehrana i razvoj djece, negativan utjecaj na mentalno zdravlje i kardio-respiratorne bolesti. (*WHO, Climate change and health:A tool to estimate health and adaption costs, 2013*).
(http://www.euro.who.int/pubrequest).

Promjene ekosustava uslijed povišenja temperatura nastaju i u međusobnim odnosima mikroorganizama s obzirom na novo klimatski promijenjeno okruženje. Posljedično je smanjen globalni prinos, dostupnost i cijene hrane uslijed temperaturnih promjena. Štete se reflektiraju na gospodarstvo posebice turizam i rekreaciju na otvorenom što negativno utječe na razvoj djece. Navode se oštećenja infrastrukture s obzirom na povećanu fizičku opasnost i ozljeda. (*Adapted from McMichael, 2013*). Neke studije procjenjuju zdravstvene troškove s većim brojem pripisanih umrlih te ih kalkuliraju s prosječnom vrijednošću života kad dolazi do potpunog gubitka blagostanja (*Tol, 1995; Fankhauser i Tol, 1997; Tol, 2002*). Druge studije uključuju troškove liječenja dodatnih slučajeva bolesti (*Bosello, Rosonkroz, Tol, 2006; Watkiss et al., 2009*). Zdravstveni troškovi studija smrtnosti usmjereni na stres uzrokovan ekstremnim temperaturama uzimaju u obzir: procjenu troškova umrlih, troškove zdravstvene zaštite, troškove smanjene produktivnosti zbog temperaturnih

promjena i izračunava se ukupan trošak na godišnjoj razini zdravstvene štete. Raspoređuju se sve planirane intervencije koje utječu na minimiziranje utjecaja na zdravlje i računa se ukupan godišnji trošak prilagodbe uključujući jednokratna ulaganja i godišnje troškove. Za modeliranje vrijednosti zdravstvenih učinaka bilo bi prikladno uzeti vremensko razdoblje od 50 godina. Zahtjevi podataka za procjenu zdravstvenih troškova su: jedinični troškovi bolničkog liječenja, duljina boravka u bolnici, stopa bolničkih prijema, stopa ambulantnih posjeta, ponašanje pri traženju zdravstvene pomoći, dani produktivnog rada, vrijednost gubitka produktivnog vremena. Kratkotrajna aklimatizacija od toplinskog vala obično traje 3-12 dana, ali potpuna aklimatizacija osoba nenaviknutih na intenzivni toplinski okoliš može potrajati nekoliko godina (*Babayev 1986., Frisancho,1991*). Duljina boravka u bolnici se može računati po danu hospitalizacije prema međunarodnoj DTS šifri dijagnoze T62A - vrućica nepoznatog uzroka s KK koja iznosi 5.700,00 kn, a s umanjenim koeficijentom 0,3800 iznosi 2.850,00 kn. U Hrvatskoj broj umrlih osoba u 2014. godini iznosio je 51.710 od toga u Gradu Zagrebu je registrirano 8.359 smrti, a broj hospitaliziranih 1.049.752 osobe. Ukupni trošak bolovanja ukoliko pomnožimo broja dana liječenih hospitaliziranih s iznosom 2.850,00 kn je 19.524.751.500,00 kn.

S jedne strane, zbog relativno visoke vrijednosti statističkog života, prerane smrti čini više od 99% ukupnih troškova, u prosjeku od 72 milijuna jedinica lokalne valute (LCU) godišnje. No s druge strane, troškovi zdravstvene skrbi, koji su blizu 600.000 LCU godišnje, predstavljaju važne monetarne troškove zdravstvenog sustava. Isto tako, iako se gubici produktivnosti mogu činiti relativno malima, oni ipak mogu pružiti čvrste argumente.



Slika 6.3.-1 – Troškovi štete vezane za toplinske valove s posljedicom na zdravlje kao postotak BDP-a (Izvor:WHO.Climate change and health:A tool to estimate health and adaption costs.2013.)

Prema Državnom statističkom zavodu i popisu stanovništva iz 2011. godine bruto domaći proizvod (BDP) prema Nacionalnoj klasifikaciji prostornih jedinica za statistiku 2012. (NKPJS 2012.) – 2. razina u Republici Hrvatskoj je 328.737 milijuna kuna. Po stanovniku BDP za 2012. godinu je iznosio 76.755 kuna (10.325 eura). Ako uzmemo (*Hutton 2012*) da je vrijednost izgubljenog produktivnog vremena

30% od BDP kao trošak bolovanja to je 98.621,1 milijuna kuna odnosno 23.026,5 kuna po glavi stanovnika. U gradu Zagrebu živi 779.145 građana od čega je radno aktivno 356.186 osoba. Umirovljenih građana ima 207.985 koji su potencijalno kronični bolesnici s potrebom stručne medicinska zaštite i pomoć u doba ekstremno visokih temperatura.

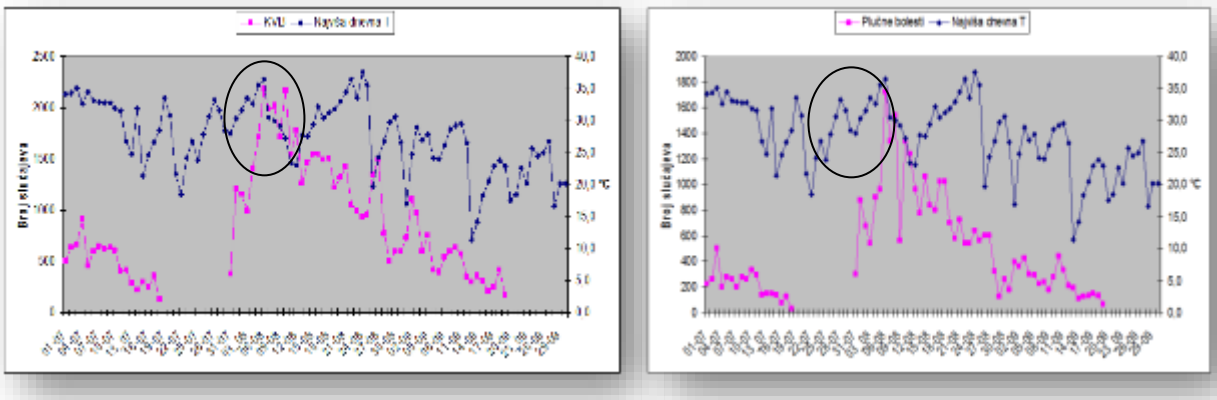
Hrvatski zavod za javno zdravstvo (HZJZ) prati povećanje pobola i smrtnosti vezano uz povišene temperature prikupljajući tjedna izvješća o pobolu i smrtnosti iz Nastavnog zavoda hitne medicinske pomoći Grada Zagreba.

Prema podacima HZJZ-a te praćenja oboljelih i umrlih prema „Protokolu o postupanju i preporukama za zaštitu od vrućine“ za ljetni period od 15. svibnja - 15. rujna zabilježen je trend porasta intervencija već uspostavljenog prijavnog sustava Ministarstva zdravstva od 2012. godine iz hitnih prijema oboljelih i zavoda hitne medicine i bolničke Hitne službe prema HZJZ-u. Hitne medicinske službe za grad Zagreb u trogodišnjem razdoblju su prijavile:

Tablica 6.3.-2. – Broj prijavljenih oboljelih u razdoblju 2012. – 2014. godine

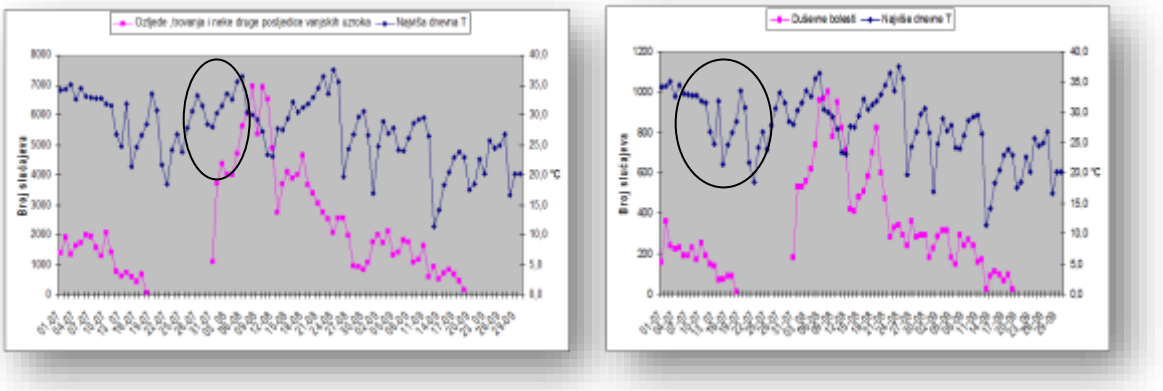
Godina	Prijavljeno oboljelih
2012.	55.000
2013.	62.000
2014.	80.000

2012. godina bila je s iznad prosječno toplom ljetnom sezonom u Zagrebu, stoga se daje kao primjer utjecaja iznad prosječno toplog ljeta na pobol ljudi koji su se javili u hitnu medicinsku službu i zatražili medicinsku pomoć za područje Grada Zagreba. Daljnje analize prijema iz hitnih medicinskih službi u Zagrebu 2012. godine pokazale su da je tijekom tjedna toplinskog vala porastao na 10.000 prijema

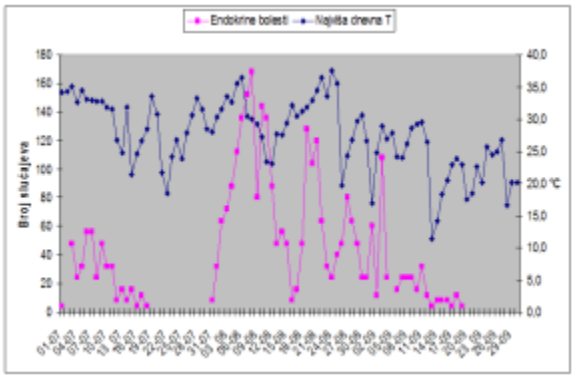


Slika 6.3.-2 – Kardio-vaskularne (MKB I00-I99) i plućne bolesti (MKB J00-J99)

naspram 6.000 prijema tijekom tjedana bez toplinskog ekstrema. Što čini razliku od 4.000 prijema više osoba koje su zatražile hitnu medicinsku pomoć u doba trajanja toplinskog vala. Prema skupinama dijagnoza po organskim sustavima vidljiv je porast svih pobola nakon naglog povišenja temperatura zraka



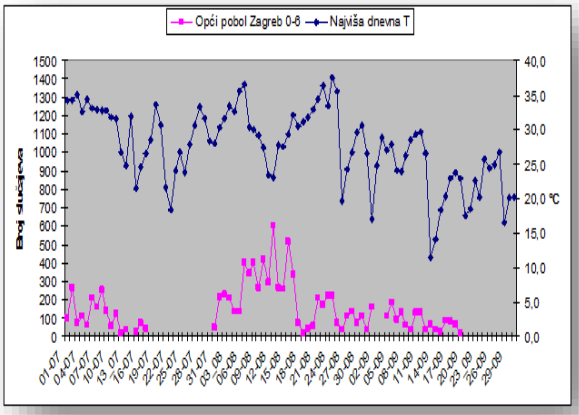
Slika 6.3.-3 – Ozljede (MKB S00-T98) i duševne bolesti (MKB F00-F99)



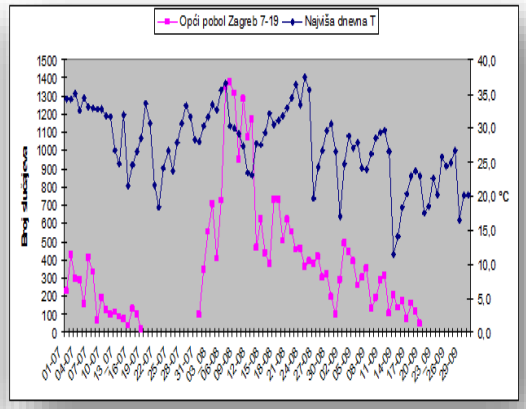
Slika 6.3.-4 –Endokrine bolesti (MKB E00-E98)

Prema organskim sustavima naglo povišenje temperature zraka na ekstremno visoke razine pogađa sve organske sustave s posljedicom pogoršanja kroničnih bolesti i iniciranja novonastalih cirkulatornih.

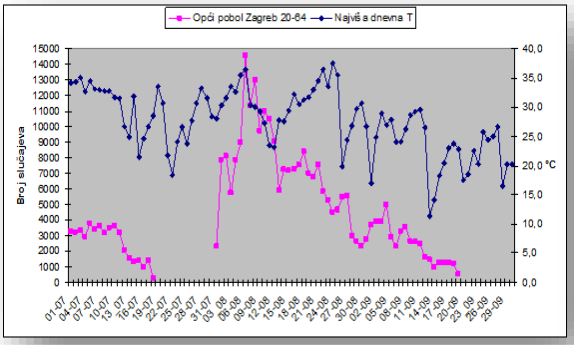
Prikaz povećanog broja slučajeva korelira s porastom temperature zraka. Više je prijavljenih slučajeva dobne skupine 7 – 19 godina i među starijim stanovnicima 65+ godina.



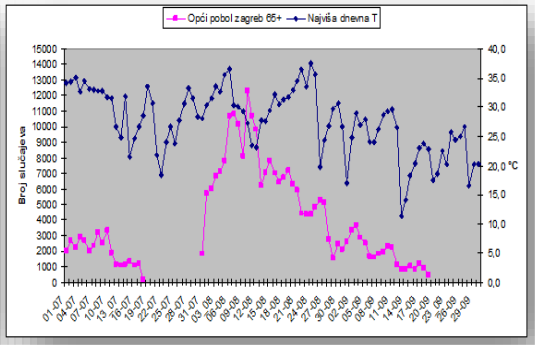
0 – 6 godina



7 - 19 godina



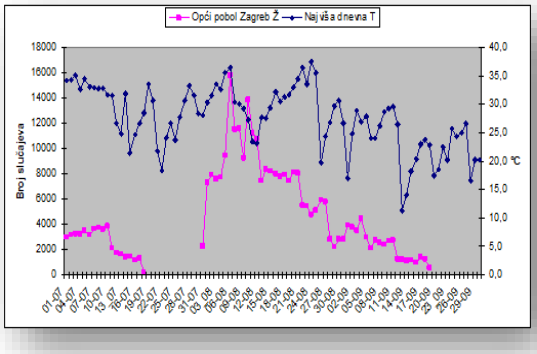
20 – 64 godine

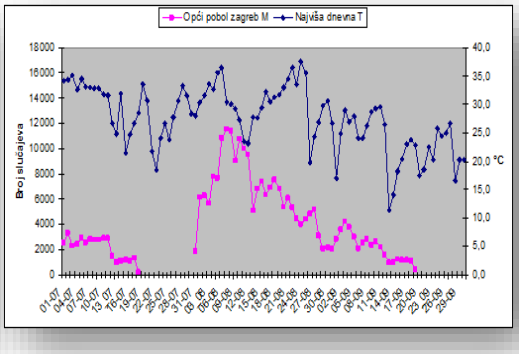


65+ godina

Slika 6.3.-5 –Oboljeli po dobi u Zagrebu

U više slučajeva žene traže medicinsku pomoć u odnosu na muškarce za vrijeme trajanja toplinskih

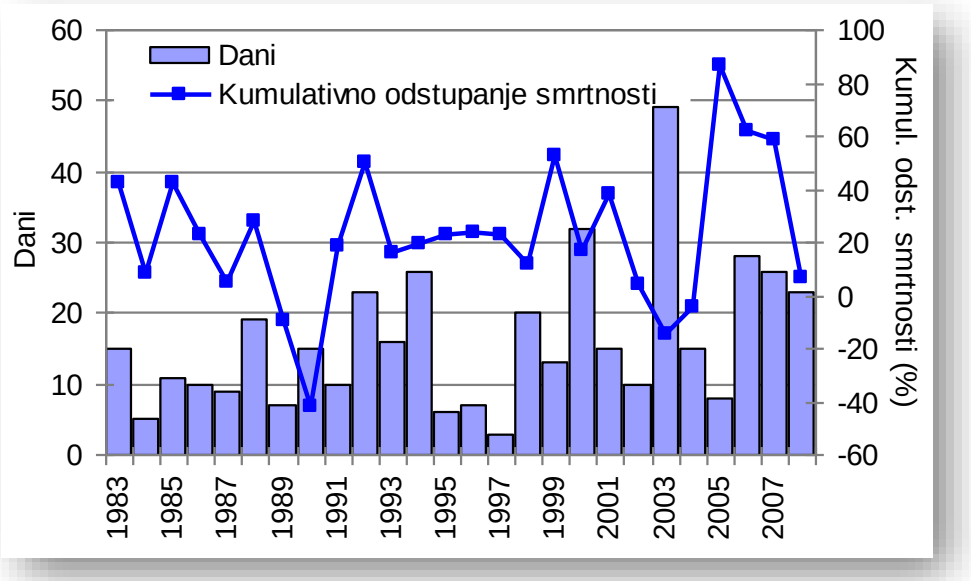




Slika 6.3.-6 – Pobol po spolu u Zagrebu

valova.

Učestalost toplinskih valova povezana sa smrtnosti je u ovisnosti odstupanja smrtnosti o maksimalnoj temperaturi zraka i kumulativnog odstupanja smrtnosti od prosjeka u danima nakon jakog i



Slika 6.3.-7. – Broj dana u kojima je temperatura zraka premašila granične vrijednosti za pojavu povećane smrtnosti i kumulativno odstupanje smrtnosti u tim danima u Zagrebu u razdoblju 1983-2008.godine

ekstremnog toplinskog stresa u Zagrebu a praćena je za razdoblje 1983. – 2008. godine.

Kao osnovni kriterij za pojavu opasnosti od toplinskog vala je "*heat cut point*" kritična temperatura koji je određen za sve mjerne postaje prema raspoloživim podacima. Određeni su kriteriji temperature zraka za pojavu toplinskog vala pri kojoj smrtnost stanovništva poraste za 5% se smatra umjereni rizik (žuto), ukoliko je porast smrtnosti 7,5% rangira se kao visoki rizik (narančasto) i ekstremni rizik se proglašava pri porastu smrtnosti od 10% (crveno). Porast temperature za porast smrtnosti određen je pomoću regresije između temperature i smrtnosti. Dobivenim rezultatima pridruženi su percentili te je usporedbom dobivenih kritičnih vrijednosti i izmjerenih maksimuma odlučeno da se kritične vrijednosti odrede za 96,5, 97,5 i 98,5%.

Stupnjevi rizika od toplinskih valova za maksimalnu i minimalnu temperaturu zraka te za biometeorološki indeks se izračunavaju za fiziološku ekvivalentnu temperaturu. Kritična temperatura (*heat cut point*) je temperatura iznad koje se pojavljuje povećana smrtnost, umjerena opasnost – smrtnost 5% viša od prosječne, velika opasnost – smrtnost 7,5% viša od prosječne i vrlo velika (ekstremna) opasnost – smrtnost 10% viša od prosječne, određene kao 96,5, 97,5 i 98,5 percentila.

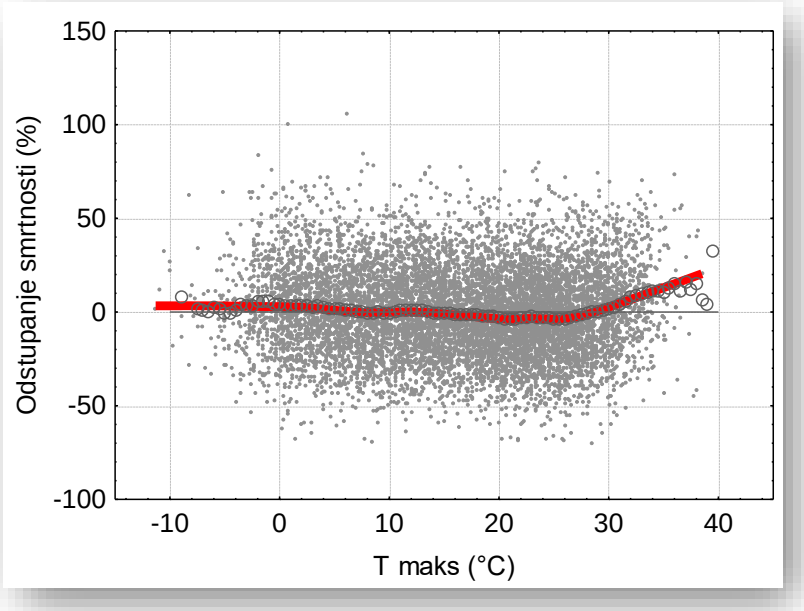
Tablica 6.3.-3. – Kritične temperature zraka za Grad Zagreb i porast smrtnosti

Temperatura	30.0 ^{0}C	33.7 ^{0}C	35.1 ^{0}C	37.1 ^{0}C
	kritična temperatura	umjerena opasnost	velika opasnost	vrlo velika opasnost
Porast smrtnosti		5%	7,5%	10%

Izvor: K. Zaninović. Utjecaj ekstremnih termičkih prilika na smrtnost u Hrvatskoj, disertacija 2011.godine

Povećanje smrtnosti je najviše tijekom prvih 3-5 dana, a nakon toga se smanjuje i pada ispod očekivane vrijednosti. Maksimalna temperatura-porast MRdev s temperaturom 1.3%/10C Δ MR dev (%) za Zagreb prikazana je u tablici 6.3.-3.

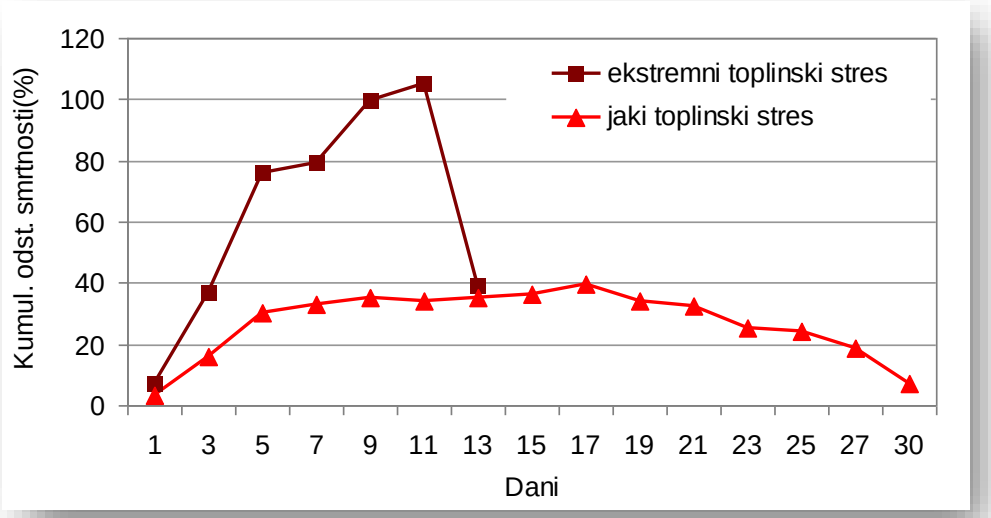
Ako su uvjeti istovremeno ispunjeni za minimalnu i maksimalnu temperaturu, podiže se stupanj rizika na višu razinu. Isto vrijedi ako temperatura premašuje navedene granice dulje od 4 dana. DHMZ u navedenom razdoblju, stalno prati temperature i u slučaju kada postoji 70% vjerojatnost da temperatura prijeđe prag (oko 30.0°C za Zagreb), izvještava Ministarstvo zdravstva i Hrvatski zavod za javno zdravstvo o nastupanju toplinskog vala tj. da je dosegnut prag visokih temperatura u Zagrebu. Najveći broj smrti događa se u prva dva dana nakon pojave opasne temperature te kada razdoblje opasnih temperatura potraje dulje vrijeme.



Slika 6.3.-8. – Veza relativnog odstupanja smrtnosti od prosjeka i maksimalne temperature zraka za Zagreb, razdoblje 1983-2008. godine

Opasnost od ekstremnih toplina predstavljaju dulja razdoblja s temperaturama iznad kritičnih vrijednosti. Za određivanje relacije između trajanja toplinskog vala i porasta smrtnosti najvažnija su

petodnevna razdoblja u kojima je u pravilu porast smrtnosti najveći, budući da se može pojaviti "efekt žetve" (*harvest effect*) s manjom smrtnošću u duljim razdobljima.



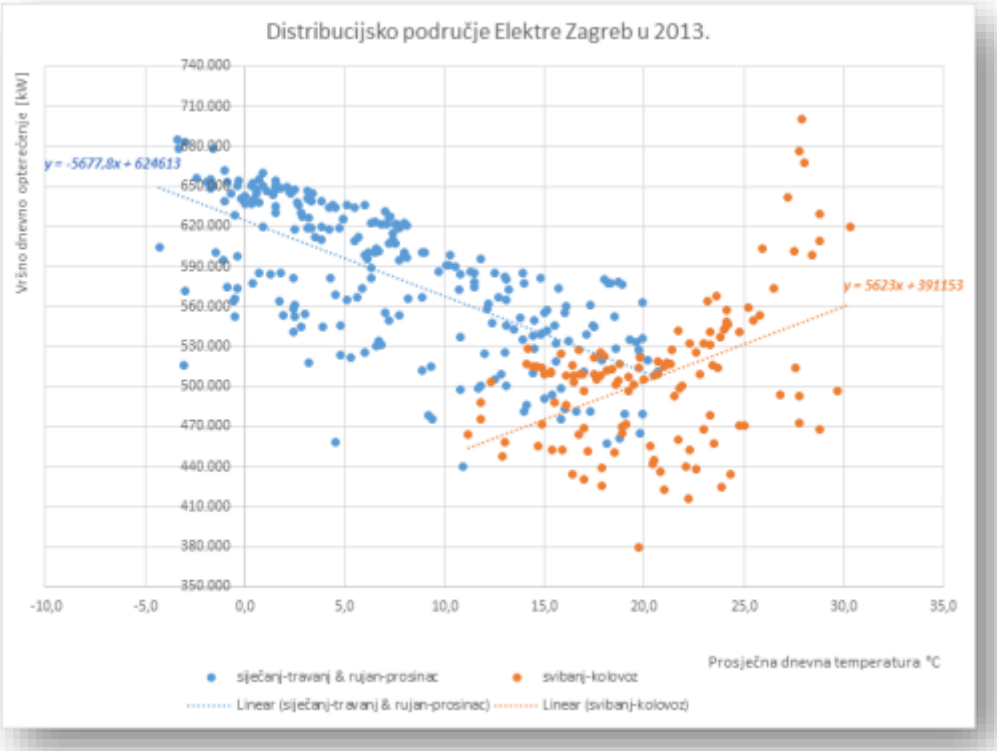
Slika 6.3.-9. – Kumulativno odstupanje smrtnosti u razdoblju 1 – 30 dana nakon početka jakog i ekstremnog toplinskog stresa u Zagrebu, razdoblje 1983 – 2008. godine

Pri povećanoj učestalosti i intenzitetu ekstremnih (toplinski valova) vremenskih prilika povećana je ukupna smrtnost i specifičan uzrok smrti, povećan je broj prijema u bolnicu za sve uzroke, posebno dijagnoze bolesti dišnog, kardiovaskularnog i bubrežnog sustava, dijabetesa, mentalnog zdravlja, i to prvenstveno starijih osoba, djece i ljudi s već postojećim kroničnim bolestima. Fizička i socijalna izolacija starijih osoba dodatno povećava opasnost od umiranja tijekom toplinskog vala. Neke studije su primijenile prosječnu vrijednost izgubljenog produktivnog vremena 30% od prosječnog BDP-a po glavi stanovnika. Što predstavlja mogući ukupni trošak bolovanja za cjelokupno stanovništvo. To odražava prosjek radno aktivne populacije, radno neaktivne populacije i školske djece (*Hutton 2012*.). Međutim ukoliko većina bolesnih ljudi radi, taj postotak bi podcijenio vrijednost produktivnih gubitka.

Kao temeljni koncept za procjenu vrijednosti života se koristi VSL (*value of a statistical life*) koji nije pojam cijene života nego spremnost društvu da investira u prevenciji prijevremenog mortaliteta. Vrijednosti se ne odnose na pojedinca nego statistički model. VSL je osnovna metoda s dokumentiranom procjenom spremnosti društva za plaćanje, dok se kao alternativan pristup uzima metoda "ljudskog kapitala" (*WHO Regional Office for Europe, 2008.*). Ovdje se oslonilo na prosječnu vrijednost izgubljenog produktivnog vremena 30% od prosječnog BDP-a.

Grad Zagreb je imao godišnju potrošnju energije (prema podacima o nabavljenoj energiji) od 3.038 GWh u 2013. godini, a najveća potrošnja u zadnjih deset godina je dosegnuta 2010. godine i iznosila je 3.287 GWh.

Slika 6.3.-9. prikazuje ovisnost dnevnog vršnog opterećenja Zagreba o prosječnoj dnevnoj temperaturi u 2013. godini.



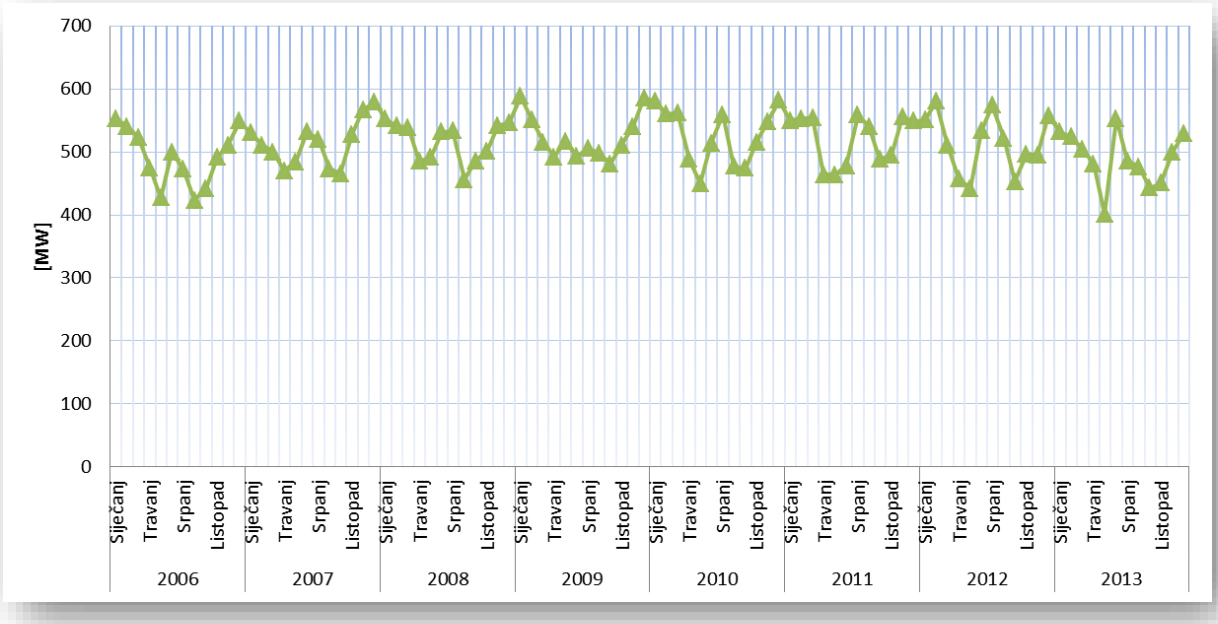
Slika 6.3.-10. – Dnevno vršno opterećenje Zagreba o prosječnoj dnevnoj temperaturi u 2013. godini

Moguće je primijetiti sa slike 6.3.-9. oko cca. 20°C se događa "lom" krivulje ovisnosti između opterećenja i temperature. Za analizu četiri mjeseca: svibanj-kolovoz korišteni su utvrđivanje pozitivnog trenda. Radi informacije, prosječna dnevna temperatura u 2013. godine nije prešla 30,3°C (iako je satni maksimum u 2013 bio 37,8°C u 14h 29. srpnja 2013. godini). Primječuje se kako Zagreb (opskrbno područje u kojem se nalazilo 2013. godini 544.842 kupca) nije izrazito temperaturno osjetljiv, barem ne u rasponu temperatura koje su se ostvarile u 2013. godini Uglavnom je približno moguće uzeti za iznad 20°C da je trend +6MW/°C.

No za detaljnije procjene potrebno je voditi računa da opterećenje ovisi i o prethodnim danima, danu u tjednu, iluminaciji, itd. Tako će na potrošnju npr. utjecati da li su dva prethodna dana bila izrazito vruća ili hladna.

Predviđanje energetskih troškova tijekom visokih temperatura

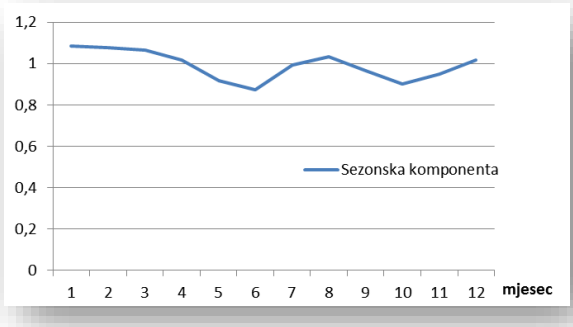
Najjednostavniji način za određivanje promjena krivulje vršne potrošnje je projiciranje budućih tereta. Na osnovu podataka skupljenih tijekom 5 – 10 godina, određuju se odgovarajuće matematičke funkcije vršnog opterećenja i ukoliko postoje, određuju se i trendovi promijene parametara modela. Dobiveni parametri se ekstrapoliraju za određeno vremensko razdoblje, te se ponovno proračunavaju krivulje opterećenja.

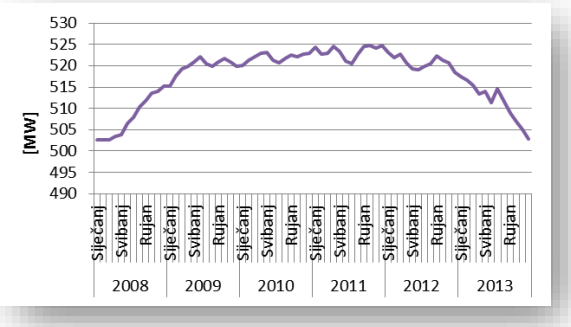


Slika 6.3.-11. – Vršno opterećenje po mjesecima od 2006 do 2013 godine – ulazni podaci

Jedan od pristupa za prognoziranje vršne potrošnje je analiza vremenskih nizova (*time series analysis*). Analiziraju se promjene u vršnoj potrošnji jednostavnom aritmetičkom rastavom vremenskog niza ili se radi statistički model.

Vremenski niz obično sadrži tri komponente: trend, sezonsku komponentu i slučajnu komponentu. Prvo se određuje i uklanja sezonska komponenta uzimajući u obzir omjer mjesečnih vrijednosti u odnosu na pomični prosjek npr. zadnja 24 mjeseca (Slika 6.3.-11.).





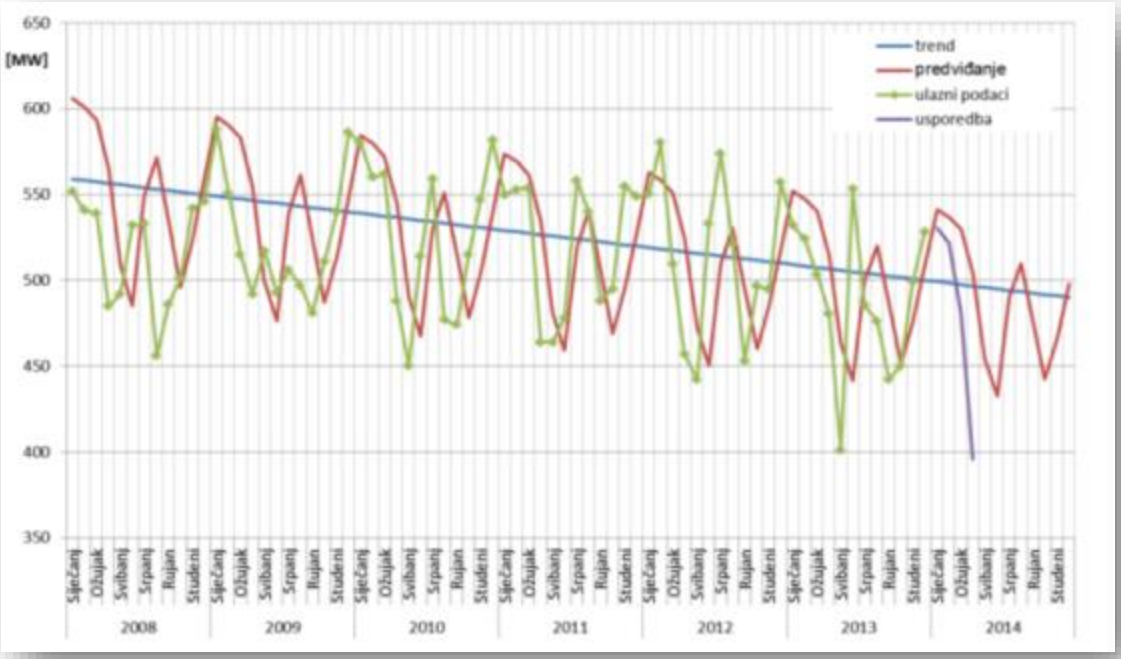
Slika 6.3.-12. – Sezonska komponenta i pomični prosjek vršnih opterećenja zadnja 24 mjeseca od 2008 do 2014. godini

Promotrimo mjesečne podatke iz slike 6.3.-12., sezonski prilagodbeni faktor u stupcu može i sam pokazivati trend od godine do godine, te se može ekstrapolirati prema svom vlastitom trendu prilikom predviđanja.

Nakon uklanjanja sezonskih utjecaja, može se analizirati trend (korišteni su mjesečni maksimumi od 2006. do 2104. godine dani grafički na slici 6.3.-10.). Sa slike 6.3.-11. je vidljiv trend porasta opterećenja tijekom 2008. godine te nagli pad od 2012. do 2014. godine što se lako može povezati s recesijom u gospodarstvu. (*Hutter, I Ugrina, M Marohnić*). Temperaturna ovisnost krivulje vršnog opterećenja Grada Zagreba. (*11. simpozij o sustavu vođenja EES-a Opatija, 10. – 12. studenoga 2014.*

CIGRÉ 2014.) Nakon što je trend određen može se ekstrapolirati na buduće periode. Nakon toga je vrijednost trenda potrebno prilagoditi sezonskim utjecajima kako bi se dobile stvarne vrijednosti.

Uglavnom se ovdje pokazalo kako iznad 30°C dolazi do značajnijeg porasta opterećenja.



Slika 6.3.-13. – Predviđanje mjesečne vršne potrošnje Grada Zagreba pomoću metode jednostavne aritmetičke rastave vremenskog niza

Prema autorima, iznad te temperature opterećenje raste sa koeficijentom 11,3 MW/°C (promatrano za radne dane). Ovi podaci su korisni kao pokazatelji dodatnog energetskog opterećenja prilikom primjene rashlađivanja organizma kod pogođenog stanovništva u Zagrebu tijekom obolijevanja od toplinskog udara kad dolazi do zakazivanja termoregulacije, prestanka znojenja a unutarnja temperatura tijela se prilično poveća te se aktiviraju upalni kaskadni procesi i dolazi do vitalne ugroženosti ljudi s mogućim organskim zatajenjem. Tada je izuzetno važno brzo i dovoljno dugo osigurati rashlađivanje tijela svih građana.

3.3.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Toplinski val i uzrokovan klimatskim promjenama nastaje naglo bez prethodnih najava, neočekivano iznenadno za Grad Zagreb s uobičajenom umjerenom kontinentalnom klimom. Ovaj klimatski događaj u Gradu Zagrebu nastaje najvjerojatnije trinaest puta godišnje kod stupnja rizika - umjerena opasnost s maksimalnom temperaturom zraka iznad 30,0°C ili s minimalnom temperaturom zraka 17,0,°C u trajanju od najmanje dva dana. Tada nastupa utjecaj na zdravlje najugroženijih – ranjivih skupina

izloženog stanovništva, a to su mala djeca i starije dobne skupine, kronični bolesnici koji uzimaju neke lijekove (npr. diuretici), imuno suprimirani, osobe s invaliditetom koje su nepokretne, gojazni koji imaju otežano hlađenje znojenjem i isparavanjem. U Gradu Zagrebu je udio osoba s prekomjernom tjelesnom masom 19,25% (ITM≥30kg/m^2).

UTJECAJ NA ZDRAVLJE Termoregulacijski mehanizam zdravih odraslih osoba se je donekle u stanju prilagoditi uvjetima okoline, ali mogućnost prilagođavanja je daleko niža za rizične skupine (starije osobe, djecu, ili osobe kompromitiranog zdravlja). Kad se vanjska temperatura zraka približi tjelesnoj uglavnom se tijelo hladi isparavanjem. Izlaganje toplotnom okolišu pogađa mnoge fiziološke funkcije ljudskog organizma i može dovesti do dehidracije, pojave grčeva i edema do sinkope, toplinske iscrpljenosti i toplinskog udara. Tijelo se hladi otpuštanjem topline preko kože (znojenjem), isijavanjem, isparavanjem. Kad se vanjska temperatura zraka približi tjelesnoj uglavnom se tijelo hladi isparavanjem. Dugotrajno izlaganje toplini potiče fiziološke promjene kojima se tijelo prilagođava toplini – aklimatizira. To utječe i na protok krvi koji se kod toplinskog stresa povećava na 8 L/min za što treba pojačani rad srca – dolazi do tahikardije. Znojenje se povećava na >2L/h zbog čega tijelo brzo dehidrira te se elektroliti poremete Na, K, serumski kreatinin. Mala djeca od 0 do 6 godina starosti jako su osjetljiva na dehidraciju i stariji iznad 60 godina života kod kojih je smanjena kompenzatorna kardio vaskularna sposobnost organizma. Među starijim osobama, razdoblja ekstremne vrućine su povezana s povećanim rizikom od hospitalizacije za nadoknade tekućine i poremećaje elektrolita, zatajenja bubrega, infekcije urinarnog trakta, sepsu i toplinski udar. Ekstremna toplina stavlja starije osobe na 18% veći rizik od hospitalizacije za nadoknadu tekućine i poremećaje elektrolita; 14% veći rizik za zatajenje bubrega; 10% veći rizik za infekcije mokraćnog sustava; i 6% veći rizik od sepse. Tek nedavna istraživanja razmatraju sepsu kao mogući negativan zdravstveni ishod ekstremne vrućine. Starije osobe imaju 2½ puta veću vjerojatnost da će biti hospitalizirani od toplinskog udara tijekom razdoblja toplinskog vala nego tijekom dana bez toplinskog vala. Za trošenje prekomjernog stvaranja topline, pretile osobe moraju više protok krvi usmjeriti kroz potkožne žile te stoga imaju veće kardiovaskularno naprezanje i s višim frekvencijama kada su izložene toplinskom stresu. Iz tih razloga, pretili ljudi su osjetljiviji na umjereni toplinski stres, ozljede i toplinski udar.

Starost i bolest su u korelaciji što je dob viša povećan je broj bolesti, invalidnosti, uzimanja lijekova i smanjena je kondicija. Tjelesna kondicija se smanjuje s povećanjem dobi jer prosječna razina fizičke aktivnosti opada. Kardiovaskularni sustav se više napreže i ostavlja manje kardiovaskularnih rezervi, te obavljanje bilo kakve aktivnosti postaje stresno. Kardiovaskularne rezerve su posebno relevantne za termoregulacijski kapacitet odnosno sposobnost da toplina za odvođenje prijeđe iz unutrašnjosti tijela do krvotoka kože. Na razini populacije sa starenjem se smanjuje mišićna snaga, radna sposobnosti, sposobnost transporta topline iz stanica unutar tijela na kožu da se postigne hidratacija, vaskularna reaktivnost i kardiovaskularna stabilnost. Ovi učinci stavljaju starije osobe u viši rizik tijekom ekstremnih toplotnih uvjeta koji dovode do višeg pobola i smrtnosti.

Osobe s invaliditetom posebno one nepokretne, ne mogu si same pomoći i nadomjestiti tekućinu (češće piti) a njih u Gradu Zagrebu ima 90.853 odnosno 11,66% građana. Toplinska bolest je

karakterizirana dehidracijom, ubrzanim radom srca (tahikardija), ubrzanim i plitkim disanjem (tahipnejom) i ortostatskom hipotenzijom.

Toplinska iscrpljenost – klinički sindrom slabosti, malaksalosti mučnine, sinkope i drugih nespecifičnih simptoma izazvanih izlaganjem toplini, a termoregulacija nije oštećena. Posljedica je neravnoteže vode i elektrolita izazvana izlaganjem toplini.

Terapija obuhvaća smještaj bolesnika u hladno okruženje, u ležeći ispruženi položaj s intravenoznom nadoknadom tekućine, u pravilu se daje 0,9%-tna fiziološka otopina, peroralnom rehidracijom se ne mogu u dovoljnoj mjeri nadoknaditi elektroliti. Najčešće je dovoljno 1-2L brzinom od 500 ml/h. Nadoknada tekućine: dvije 0,9% otopine fiziološke otopine/osobi što iznosi 10 kn x 2= 20kn/osobi.

Hitna medicinska služba u velikim gradovima prosječno ima 150-250 intervencija dnevno. U pojavi toplinskog vala povećanje intervencija odnosno dnevno 20%. Što se procjenjuje na razliku od cca 4.000 prijema više osoba koje su zatražile hitnu medicinsku pomoć u doba trajanja toplinskog vala što iznosi više od 3 milijuna kuna financijskog troška. U najvjerojatnijem kraćem toplinskom valu u trajanju od 2 dana uzastopce posebna potreba za timovima ne bi bila. Prosječno vrijeme dolaska na intervenciju je vrijeme čekanja od poziva za pomoć 194 do stizanja ekipe. Za EU je prosječno vrijeme dolaska vozila hitne medicinske pomoći do unesrećenog do 10 min. Dan hospitalizacije prema DTS šifra dijagnoze T62A vrućica nepoznatog uzroka s KK iznosi 5.700,00 kn a s umanjenim koeficijentom 0,3800 iznosi 2.850,00 kn.

Radnik na otvorenom bez adekvatne opskrbe tekućinom i dovoljno odmora svih 8 sati vrlo teškog rada izložen jakom i direktnom sunčevom svjetlu na kritičnoj temperaturi zraka >30^{0}C u opasnosti je od toplinskog stresa. To se utvrđuje pomoću tzv. toplinskog indeksa – IVGT (WBGT) prema standardu ISO 7243 kao bazni standard toplinskog stresa na osnovu kojeg je nastao i standard EN 27243:1993., prihvaćen u RH (HRN EN:2003) te je pouzdan i valjan u cijelom svijetu. Ako radnik radi u kombinezonu od tkanog materijala duplog sloja na dobivenu IVGT vrijednost od 38^{0}C se dodaje još korekcija od 3^{0}C pa se vrijednost IVGT indeksa penje na 41^{0}C, što znači da se radnik nalazi u kategoriji „opasno“ gdje su mogući toplinski grčevi i bez daljeg nastavka rada. Pored Indeksa vlažne globusne temperature za analizu uvjeta rada na otvorenom, pri visokim temperaturama, upotrebljava se i *humidity index* – HI. To je jednostavniji način izražavanja toplinskog stresa kojem su izloženi radnici. Jednostavno se izmjeri temperatura i vlaga. Ako je izmjerena temperatura zraka 31°C pri relativnoj vlazi od 65% *Humidex* iznosi 42°C. Mogući su simptomi toplinskog stresa i obavezno je uzimanje dodatnih količina vode te radnika treba uputiti liječniku. Za rad na direktnom suncu se dodaje 1 do 2°C (ovisno o stupnju naoblake).

Obzirom na opisane utjecaje na zdravlje i posljedice na određene navedene ranjive skupine u populaciji koje su osjetljivije na ekstremne temperature, pokušalo se uvidom i analizom u sezonske prijave hitnih službi te podacima istog sezonskog razdoblja statističko bolničkih prijava smrti i hospitalizacija, procijeniti opseg zahvaćenosti i ekonomskih posljedica od nastupa toplinskog vala na život stanovnika, gospodarstvo, infrastrukturu i društvenu stabilnost.

3.3.2.1.1. POSLJEDICE

Prema upravno-teritorijalnom ustroju Grad Zagreb je ustrojen na 17 gradskih četvrti koje pokriva 79 timova HMP.

NASTAVNI ZAVOD ZA HITNU MEDICINU GRADA ZAGREBA

Tablica 6.3.-4. – Nastavni zavod za hitnu medicinu Grada Zagreba

Ispostava	**Tim 1**	**Tim 2**
Centar	10	5
Novi Zagreb	10	0
Jarun	10	0
Sesvete	10	0
Dubrava	5	0
Gajnice	5	5
Heinzelova	19	(5 PDJ* tim)
UKUPNO	**69**	**10**

* - PDJ – prijavno dojavne jedinice

Sposobnost sustava zdravstvene zaštite u Gradu Zagrebu za odgovor na ukupnost krize koju toplotni val kao izvanredna okolnost može izazvati, čine zdravstveni kapaciteti u gradu: Primarna razina 1. Domovi zdravlja i privatne prakse/ ordinacije -opće/obiteljske medicine, pedijatrije, ginekologije, stomatologije (25-30% u sustavu domova zdravlja, 70-75% privatne prakse); 2. Zavod za hitnu medicinu Grada Zagreba; 3. Zavod za javno zdravstvo; 4. Ustanove za medicinu rada i privatne prakse/ ordinacije; 5. Ustanove za njegu bolesnika i privatne prakse za njegu bolesnika; 6. Ljekarničke ustanove i ljekarne; 7. Ustanove za sanitetski prijevoz; 8. Medicinsko-biokemijski laboratoriji; 9. Ustanove za zdravstvenu skrb. Sekundarna razina 1. Poliklinike i specijalističke ordinacije; 2. Trgovačka društva za obavljanje zdravstvene djelatnosti; 3. Specijalne bolnice. Tercijarna razina 1.Klinike; 2.Kliničke bolnice; 3.Klinički bolnički centri; 4. Državni zavodi(6): Za transfuzijsku medicinu, Za toksikologiju i antidoping, Za telemedicinu, Za zaštitu zdravlja i sigurnost na radu, Za javno zdravstvo, Za hitnu medicinu. BOLNICE u Mreži javne zdravstvene službe (nakon 8. srpnja

2010.): 6.699 ležaja. 5 bolnica kojima je osnivač država (4.495 ležaja) i 2 bolnice kojima je osnivač jedinica područne (regionalne) samouprave – Grad Zagreb (2.204 ležaja).
Pružanje hitne medicinske pomoći u vrijeme toplinskog vala ovisi o raspoloživim terenskim timovima Nastavnog zavoda za hitnu medicinu.

3.3.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

U slučaju toplinskog vala predviđa se veće obolijevanje stanovništva nego inače, posebice skupina s postojećom kroničnom bolešću. Obzirom na nepostojanje prethodne metodologije ekonomske analize i procjene šteta za klimatsku nepogodu toplinskog vala uzete su dosadašnja stručna iskustva i prosudbe djelatnika zavoda za hitnu medicinu i transfuzijsku medicinu. Očekuje se 20% više hitnih intervencija, viša stopa bolovanja radno aktivnog stanovništva, kao i više komplikacija i smrtnih ishoda kod ranjivih skupina stanovništva i radnika na otvorenom. Pojava događaja toplinskog vala umjerenog rizika od 1 – 2 dana očekuje se jednom u 9 dana u ljetnoj sezoni (120 dana) s porastom smrtnosti stanovništva za 5%.

Tablica 6.3.-5.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	**X**
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.3.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

U ovom vjerojatnom scenariju troškovi liječenja hitnih medicinskih usluga i hospitaliziranih oboljelih, kojih se procjenjuje da bi bilo <250.000.000,00 kn, što ne uključuje troškove povećane potrošnje energenata struje i vode za simptomatsko liječenje i rashlađivanje cjelokupno zahvaćenog broja osoba zatečenog u Gradu Zagrebu.

Tablica 6.3.-6. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.3.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Postojeća organizacija hitne medicinske službe nastavnog zavoda Grada Zagreba je primjerena te bi se održala potrebna razina aktivnosti neophodnih da se zadovolje elementarne potrebe stanovništva u uvjetima umjerenog toplinskog vala. Ne očekuju se znatnija oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja, kao niti prekid dulji od 10 dana u radu kritičnih infrastruktura.

Tablica 6.3.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Ne očekuje se znatnija šteta ili gubitci do kojih bi moglo doći na građevinama od javnog društvenog značaja.

Tablica 6.3.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Iako se može očekivati odsustvo zaposlenika u pojedinim društvenim djelatnostima zbog bolovanja, ne treba očekivati značajne poteškoće u radu kritičnih službi na rok dulji od 10 dana. Tome bi doprinijele preventivne mjere prema Protokolu o zaštiti od vrućina u periodu 15. svibnja – 15. rujna u skupinama zdravstvenih zaposlenika i posljedice se procjenjuju kao malene.

Tablica 6.3.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.3.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.3.-10. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	**X**

3.3.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Nagli nastup toplotnog vala tijekom ljetnih vrućina kod stupnja rizika - vrlo velike opasnosti s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka iznad 37,1^{0}C ili s minimalnom temperaturom zraka

22,9^{0}C u trajanju od četiri i više uzastopnih dana. Nakon izlaganja ovim ekstremnim temperaturama ljudski organizam ulazi u stanje šoka tzv. TOPLINSKOG UDARA – To je stanje hipertermije (povišene tjelesne temperature) praćena sistemskim upalnim odgovorom tijela koji uzrokuje višestruko zatajenje organa i često smrt. Simptomi su temperatura >40°C i promijenjeno psihičko stanje. Do toplinskog udara dolazi kad termoregulacijski mehanizmi ne funkcioniraju a unutarnja temperatura se prilično poveća, aktiviraju se upalni citokini te dolazi do višestrukog zatajenja organa. Zatajuje CNS, skeletni mišići (rabdomioliza), mioglobinurija, akutno zatajenje bubrega i diseminirana intravaskularna koagulacija. Oko 20% preživjelih ima ostatno oštećenje mozga.

Liječenje: Važno je klinički prepoznati što prije i odmah započeti učinkovitim hlađenjem izvana – neprekidno prskanje/vlaženje vodom, oblaganje ledenim ručnicima (ali oprezno) a istovremeno hlađenje ventilatorom i masažom kože kako bi se potaknuo protok krvi; intravenoznom nadoknadom tekućine 0,9%-tnom fiziološkom otopinom i potporom koja je potrebna kod zatajenja organa. Rabdomioliza se sprječava davanjem intravenozno benzodijazepina. Hlađenje može izazvati konvulzije i povraćanje pa je potrebno zaštititi dišne putove od povraćenog želučanog sadržaja. Kod diseminirane koagualcije se primjenjuju trombociti i svježa smrznuta plazma. Bolesnik se hospitalizira u jedinicu intenzivne njege. Od krvnih pripravaka dnevno se u Zagrebu potroši 300 doza eritrocita (1 doza eritrocita je 365,42 kn), 150 doza plazme (1 doza plazme 184,60 kn) i 50 doza trombocita (1 doza trombocita je 253,75kn x 5 po osobi iznosi 1268,75kn. U ovom scenariju mnoge osobe mogu zadobiti opekline. Po Parklandovoj formuli osoba s opeklinama treba nadoknadu volumena = 4ml x % opeklina x tj. težina. Npr. osoba s 30% opeklina i prosječne teine 70kg treba nadoknadu od 8,4 litre. Kod masovne ugroženosti se uključe lokalni resursi – fontane, vodoskoci na javnim površinama klimatizirani javni prostori kao knjižnice, trgovački centri i slično. Da bi se smanjila tjelesna temperatura potrebno je osobu rashladiti npr. ventilatorom. Jedan ventilator od 100W koji treba raditi 24 sata u doba toplinskog vala troši 2,4 kWh a prema Hrvatskoj elektroprivredi d.d. (HEP d.d.) cijena 1 kWh s PDV= 0,561kn i to pomnožimo s 2,4 kWh = 1,344 kn / 24 sata.

Prema podacima HZJZ-a te praćenja oboljelih i umrlih prema „Protokolu o postupanju i preporuke za zaštitu od vrućine“ za period od 15. svibnja – 15. rujna ljetnih mjeseci zabilježen je trend porasta intervencija Hitne medicinske službe za G. Zagreb u zadnjem trogodišnjem razdoblju (2012.-2014.). Analizirajući smrtnost pokazalo se da je u 2012. godini u Zagrebu tijekom tjedna (krajem srpnja i početkom kolovoza) u kojem je toplinski val zahvatio grad, višak smrtnih ishoda bio 5% u odnosu na tjedne bez toplinskog ekstrema. Taj se podatak podudara sa procjenom iz DHMZ-a za koju se označava umjerena opasnost tj. kad je smrtnost 5% viša od prosječne. Epidemiološke analize prijema iz hitnih medicinskih službi u Zagrebu 2012. g. pokazale su da je tijekom tjedna toplinskog vala porastao na 10.000 prijema naspram 6.000 prijema tijekom tjedana bez toplinskog ekstrema. Razlika od 4.000 prijema više osoba koje su zatražile hitnu medicinsku pomoć u doba trajanja toplinskog vala iznosi cca 4,5 milijuna kuna financijskoga troška. Dulji i ekstremniji toplinski valovi donose veće rizike. Budući da su ostali rizici povišeni jedan do pet dana nakon toplinskog vala, prevenciju i liječenje je važno provoditi ne samo za vrijeme toplinskog vala, nego i nakon toga.

S obzirom na procjene da je pogođeno 5% oboljelih koji zatraže zdravstvenu pomoć u tijeku toplinskog udara u terminalnoj fazi kroničnih bolesti s najtežom kliničkom slikom što znači oko 3300 bolesnika svaki treba terapiju od 10 doza trombocita, 3 doze svježe plazme i 6 doza 0,9% fiziološke infuzijske otopine.

10 doza tromb= 2.537,50 kn + 3 doze plazme=553,80 kn + 6 doza 0,9% fiziol.=60,00 kn za osobu iznosi 3.137,50 kn + 1 amp.i.m.benzodijazepina=20,00 kn, a to je ukupno 3.171,30 kn x 3.300 (trogodišnji prosjek) najteže 5% ugroženih osoba predstavlja financijski trošak od 10.465.290,00 kn.

U slučaju pojave dužeg najviše rizičnog toplinskog vala u Zagrebu u trajanju od 4 i više uzastopnih dana bi bila potreba za dodatnih 5 timova HMP. Svaki tim čini dodatni trošak od 50.000,00 kn.

Pojava događaja toplinskog vala ekstremnog rizika u trajanju od 4 i više dana očekuje se jednom u 22 dana u ljetnoj sezoni (120 dana) s porastom smrtnosti stanovništva za 10%.

3.3.2.2.1. POSLJEDICE

Došlo bi do pojačanog opterećenja na zdravstvene i socijalne službe i bilo bi potrebno osigurati organizacijske prilagodbe kao uključivanje timova HMP u odnosu na konkretnu situaciju. U tom smislu trebalo bi izraditi planove korištenja kapaciteta potrebnih za povećan priljev ugroženih osoba, kako bi se osigurao nesmetan rad zdravstvenih službi. Potrebno bi bilo uključiti lokalnu zajednicu da dopusti korištenje klimatiziranih javnih ustanova kao što su trgovački centri, muzeji i slično da volonteri Crvenog križa i civilne zaštite presele pojedince iz najosjetljivijih skupina stanovništva u prostorije s klimatizacijom.

3.3.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

U slučaju toplinskog vala ekstremnog rizika predviđa se veći broj terminalno oboljelih nego inače, posebice skupina s postojećom kroničnom bolešću, siromašni, radnici na otvorenom. Obzirom na nepostojanje prethodne metodologije ekonomske analize i procjene šteta za toplinski val ekstremnog rizika poslužila su dosadašnja stručna iskustva i prosudbe djelatnika zavoda za hitnu medicinu i transfuzijsku medicinu u Zagrebu. Očekuje se 5% više najteže ugroženih osoba cca 1.100 u Zagrebu, viša stopa bolovanja radno aktivnog stanovništva, kao i više komplikacija i smrtnih ishoda kod ranjivih skupina stanovništva i radnika na otvorenom. Pojava događaja toplinskog vala ekstremnog rizika više od 4 dana očekuje se jednom u 22 dana u ljetnoj sezoni (120 dana) s porastom smrtnosti stanovništva za 10%.

Tablica 6.3.-11.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	**X**
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.3.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

U ovom scenariju troškovi liječenja hitnih medicinskih usluga i hospitaliziranih oboljelih, kojih se procjenjuje da bi bilo cca 600.000.000,00 kuna, što ne uključuje troškove povećane potrošnje energenata struje u gradu i vodenih resursa za simptomatsko liječenje i rashlađivanje cjelokupno zahvaćenog stanovništva u Gradu Zagrebu.

Tablica 6.3.-12. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.3.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Postojeća organizacija hitne medicinske službe nastavnog zavoda Grada Zagreba je spremna dodatno uključiti jedan tim Hitne medicinske pomoći da bi se održala potrebna razina aktivnosti neophodnih da se zadovolje hitne medicinske potrebe stanovništva u uvjetima ekstremnog toplinskog vala. Ne očekuju se znatnija oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja.

Tablica 6.3.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.3.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Očekuju se problemi s kapacitetom medicinskog osoblja i mogući prekidi rada kritične infrastrukture na dulji rok od 10 dana radi duljih bolovanja i nemogućnosti brzog oporavljanja radnika i vraćanja na posao u tijeku toplinskog vala duljem od 4 dana.

Tablica 6.3.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	**X**
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.3.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.3.-16. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	**Vjerojatnost/Frekvencija**			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	**X**

3.3.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Prema podacima o umrlima Državnog zavoda za statistiku u 2012.; podacima HZJZ iz Bolničkih statističkih obrazaca (BSO) redovitih prijava dnevne bolnice; podacima iz Dijagnostičko terapijskih skupina (DTS); parametrima iz dostupne osnovne liste lijekova Hrvatskog zavoda za zdravstveno osiguranje te na temelju novije objavljenih dokumenata Regionalnog europskog ureda Svjetske zdravstvene organizacije o klimatskim promjenama i zdravlju s alatima za procjenu zdravstvenih troškova i podršku planiranja prilagodbe zdravstvenog sustava baziranih na znanstvenim spoznajama, je aproksimiran i procijenjen rizik.

Nepouzdanost

Opseg pogođenog stanovništva nije moguće sa sigurnošću procijeniti obzirom da nije moguće predvidjeti koliko će se turista zateći u Gradu Zagrebu u ljetno doba ekstremnih temperatura i nastupa toplinskog vala i osjetljivosti (reakcija organizma) te grupe populacije koje dolazi iz različitih klimatskih regija. Turistička zajednica grada Zagreba (TZGZ) navodi za 2014. godinu da je Zagreb posjetilo gotovo 911.000 turista, koji su ostvarili 1,6 milijuna noćenja, što je 13 posto više nego u godini ranije. www.tzgz.hr Odnosno u ljetnim mjesecima bi se moglo zateći oko 300.000 turista u Zagrebu što također opterećuje sustav hitnih medicinskih intervencija u gradu. Nadalje, radi recesije najsiromašniji sloj stanovnika brojčano raste približivši se 1/3 stanovništva, a njih će nateže pogoditi vrućina jer im nedostaju sredstva za pripremu, zaštitu i oporavak od ekstremnih toplinskih uvjeta.(*Sarah Lindley et al. CLIMATE CHANGE, JUSTICE AND VULNERABILITY Joseph Rowntree Foundation (JRF), 2011*). To potkrjepljuje tvrdnju da postoji hitna potreba za razvoj poboljšane metode i alata za procjenu klimatskih utjecaja, kao što je korištenje vjerojatnosti i Bayesian analize navedenu u uvodu ovog dokumenta.

Trenutno ne postoje stručnjaci koji posjeduju znanja o osmišljavanju i primjeni metodologije, ranjivostima i otpornostima ljudi i imovine te izračunu mogućih šteta koje može uzrokovati ova prijetnja zbog čega se ne očekuju značajne greške u rezultatima procjene rizika, ALI imamo određena saznanja u praćenju ekstremnih temperature i njihovom utjecaju na zdravlje, no nedostaje nam komponenta procjene ekonomskog utjecaja i izračuna šteta ekstremnih temperatura.

Ne postoji na nacionalnoj razini pouzdani statistički podaci o štetama, ranjivostima te otpornosti ljudi i imovine. Ne postoji metodologija, ali postoji Akcijski plan zaštite od vrućina za Hrvatsku, kojim se reguliraju sustav obavješćivanja populacije o nadolazećim toplinskim valovima po regijama, kroz različite resore (cilj: podizanje svijesti građana i informiranje).

Tablica 6.3.-17. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**		**X**	**X**
Visoka nepouzdanost	**3**	**X**		
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.3.4. POPIS LITERATURE

1. WHO.Severe heat-wave in Europe: advice on health effects and ultraviolet exposure.2012. http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Climate-change/news/news/2012/06/severe-heat-wave-in-europe-advice-on-health-effects-and-ultraviolet-exposure
2. REGIONAL CHALLENGES IN THE PERSPECTIVE OF 2020. A report to the Directorate-General for Regional Policy Unit Conception, forward studies, impact assessment. Climate Change, 2009. http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/challenges2020/regional_challenges_climate_change.pdf
3. Zaninović, Ksenija, 2011: Impact of extreme thermal conditions on mortality in Croatia, doktorski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, 139 str.
4. Carlo C. Jaeger, Jette Krause, Armin Haas, Rupert Klein and Klaus Hasselmann A Method for Computing the Fraction of Attributable Risk. Related to Climate Damages With an Application to the
5. Alpine Heat Wave 2003. https://www.pik-potsdam.de/members/cjaeger/a-method-for-computing-the-fraction-of-attributable-risk-related-to-climate-damages.
6. Grize, L., Huss, A., Thommen, O., Schindler, C. & Braun-Fahrländer, C. Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. Swiss Med Wkly 135, 200!205 (2005).
7. Kosatzky, T. The 2003 European Heat Waves. Euro Surveill 10, 148!149 (2005). 14. Stott, P.A., Stone, D.A. & Allen, M.R. Human contribution to the European heatwave of 2003. Nature 432, 610!614 (2004).
8. http://www.invs.sante.fr/publications/2003/chaleur_aout_2003, accessed 29 October 2003.
9. García R et al. (submitted). Extreme summer temperatures in Iberia: health impacts and associated synoptic conditions.
10. www.dhmz.hr
11. Podaci o umrlima HZJZ, 2012.
12. Zaninović K, Matzarakis A, 2014: Impact of heat waves on mortality in Croatia, Int. J. Biometeorol, Volume 58, Issue 6 (2014), 1135-1145
13. http://web.zpr.fer.hr/ergonomija
14. Ministarstvo zdravstva. Protokol o postupanju i preporuke za zaštitu od vrućine – 2014. http://www.zdravlje.hr/programi_i_projekti/protokoli
15. http://www.cekate.hr/wp-content/uploads/2007/01/Pregled-socio-demografske-strukture-Grada-Zagreba.pdf
16. www.zagreb.hr
17. http://www.zagreb.hr/default.aspx?id=1037
18. www.dzs.hr
19. www.mzos.hr
20. http://public.mzos.hr/Default.aspx?sec=2195
21. www.hcjz.hr/index.php/hcjz/article/viewFile/151/134
22. www.svjetskidanbubrega.org/p3-bubrezna-bolest

23. B Jelaković, Lj Fodor. Bubrežna bolest i kardiovaskularni rizik. Zavod za nefrologiju i arterijsku hipertenziju, KBC Zagreb i Medicinski fakultet Sveučilište Zagreb. http://www.kardio.hr/wp-content/uploads/2012/05/172-178.pdf
24. Moth G, Olesen F, Vedsted P. Reasons for encounter and disease patterns in Danish primary care: Changes over 16 years. Scand J Prim Health Care. 2012; 30(2):70-75. http://www.hdod.net/rad_drustva/Prev_i_prog_skrb_kron_bol_u_OM_2013.pdf
25. http://hzjz.hr/wp-content/uploads/2013/11/KVBbilten_2011-10-5-2013-3.pdf
26. Sadock BJ, Sadock VA. Kaplan & Sadock's synopsis of psychiatry. Virginia: Lippincott Williams & Wilkins, 2003.
27. http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2011/SI-1441.pdf
28. WHO.Climate change and health:A tool to estimate health and adaption costs.2013. http://www.euro.who.int/pubrequest
29. www.hzzo.hr
30. Klinenberg E (2002). Heat wave:a social autopsy of disaster in Chicago.Chicago,University of Chicago Press.
31. http://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2014/12-01-02_01_2014.htm
32. HZJZ, BSO 2012.g. (redovita prijava, dnevna bolnica) Zagreb, 29.04.2015.
33. http://hzjz.hr/wp-content/uploads/2014/05/Ljetopis_2013_.pdf
34. http://www.cekate.hr/wp-content/uploads/2007/01/Pregled-socio-demografske-strukture-Grada-Zagreba.pdf
35. S.Musić Milanović.Demografske, bihevioralne i socio ekonomske odrednice debljine odraslih u Hrvatskoj. Disertacija. Sveučilište u zagrebu Medicinski fakultet. Zagreb, 2010.
36. Anderson GS (1999). Human morphology and temperature regulation. International Journal of Biometeorology, 43:99–10
37. Havenith G (2001a).Temperature regulation and technology. Gerontechnology, 1:41–49.
38. Bobb JF, Obermeyer Z, Wang Y, Dominici F. Cause-specific risk of hospital admission related to extreme heat in older adults. JAMA. 2014 Dec 24-31;312(24):2659-67. doi: 10.1001/jama.2014.15715
39. Registar za osobe s invaliditetom, www.hzjz.hr
40. www.hzjz.hr
41. http://www.zagreb.hr/default.aspx?id=1037
42. http://www.hzzzsr.hr/images/documents/smjernice/smjernice/Rad%20na%20otvorenom%20u%20uvjetima%20visokih%20temperatura.pdf
43. http://www.hep.hr/hep/novosti/default.aspx, Hrvatskoj elektroprivredi d.d. (HEP d.d.)
44. http://www.hztm.hr/hr/content/9/preporuke-i-postupci/12/preporuke-i-postupci/
45. www.hzhm.hr
46. S Hutter, I Ugrina, M Marohnić. Temperaturna ovisnost krivulje vršnog opterećenja grada Zagreba. 11. simpozij o sustavu vođenja EES-a Opatija, 10. – 12. studenoga 2014. CIGRÉ 2014.
47. www.zdravlje.hr
48. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0020/144173/e95093.pdf
49. www.tzgz.hr

3.4. *Epidemije i pandemije*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.4.1. OPIS SCENARIJA

3.4.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Pandemija influence na području cijele Republike Hrvatske
Grupa rizika:
Epidemije i pandemije
Rizik:
Epidemije i pandemije
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo zdravstva
Glavni nositelji:
Ministarstvo zdravstva
Glavni izvršitelj:
Hrvatski zavod za javno zdravstvo

3.4.1.2. *Uvod*

Virus influence ili gripe uzrokuje svake godine veći ili manji pobol stanovništva pretežito u zimskom periodu u obliku epidemije. Bolest se manifestira teškim općim simptomima i pretežito respiratornim smetnjama i razvojem eventualnih komplikacija pa čak i smrtnim ishodom. Bolest traje desetak dana, ponekad i duže. Pacijent tijekom bolesti nije radno sposoban.

Virusi influence tijekom međupandemijskog razdoblja (epidemiološki je to razdoblje zadnjih nekoliko godina nakon posljednje epidemije 2009./10.), koji cirkuliraju među stanovništvom srodni su virusima iz proteklih pandemija. Svake 2-3 godine dolazi do selekcije sojeva koji se dovoljno razlikuju od virusa na koji u stanovništvu postoji visoka razina kolektivnog imuniteta, te su sposobni uzrokovati epidemiju među stanovništvom. Takve promjene prevladavajućeg virusa nazivaju se "antigenski drift". Tipične epidemije gripe uzrokuju porast incidencije pneumonije, što se očituje većim brojem hospitalizacija i smrtnosti. Starije osobe i osobe s kroničnim bolestima najsklonije su razvoju komplikacija gripe, kao i dojenčad.

Iskustva iz zadnje pandemije 2009./10. i pojave novog pandemijskog virusa, A(H1N1)pdm, zaslužna su za nove spoznaje temeljem kojih je napravljena revizija svih dotadašnjih postojećih planova za pripremljenost za suzbijanje pandemije, te izrađen i novi Nacionalni plan, koji je u međuvremenu i revidiran u svrhu pripreme za novi potencijalni val. Međutim, uvijek postoji mogućnost iznenađenja kada epidemija izmiče kontroli i prelazi u pandemiju širih razmjera.

U tijeku pandemije 2009./10. najveća opterećenost u pandemiji bila je ona na zdravstvene službe dok su druge javne službe uredno funkcionirale. To se može pripisati specifičnosti zadnje pandemije u kojoj je zabilježen relativno mali broj manifestno oboljelih (oko 58.000) koji su se javili zdravstvenoj službi u Hrvatskoj. Unutar zdravstvene službe, najveću opterećenost, posebice u prvom dijelu pandemije, podnijela je epidemiološka služba koja je nositelj komunikacije svih protuepidemijskih mjera prema svim dijelovima zdravstvene službe a ujedno je i sama provodila protuepidemijske mjere obuzdavanja širenja uz aktivno traženje kontakata oboljelih i primjenu profilakse antivirusnim lijekovima. Također, smještajni kapaciteti s izolacijskim uvjetima i potpomognutim održavanjem života pacijenata bili su brojčano nedostatni, što je uzeto u obzir tijekom izrade ovog scenarija.

3.4.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.4.1.4. *Kontekst*

Tijekom međupandemijskog razdoblja, virusi influence koji cirkuliraju među stanovništvom srodni su virusima iz protekle pandemije. Svake dvije do tri godine dolazi do selekcije sojeva koji se dovoljno razlikuju od virusa na koji u stanovništvu postoji visoka razina kolektivnog imuniteta, te su sposobni uzrokovati epidemiju među stanovništvom. Tipične epidemije gripe uzrokuju porast incidencije pneumonije, što se očituje većim brojem hospitalizacija i smrtnosti. Starije osobe i osobe s kroničnim bolestima najsklonije su razvoju komplikacija gripe, kao i dojenčad.
Kada se uspostavi cirkulacija virusa s posve različitim podtipom osnovnog površinskog antigena, hemaglutinina, na koji stanovništvo nema ranije stečena protutijela, nastane pandemija.

Ovakva se promjena virusa u cirkulaciji zove "antigenski shift". Nekada se smatralo da se pandemije javljaju u pravilnim intervalima, no to mišljenje je prevladano. Uspostavom djelotvornog sustava

virološkog praćenja influence uvidjelo se da novonastali podtipovi virusa influence A ne dovode obvezno do pandemije. Vrijeme od otkrića novog podtipa virusa i punog razvoja pandemije može biti nedovoljno za razvoj cjepiva. Bez obzira na nemogućnost pravovremene nabave cjepiva za sprečavanje pandemije, svaka aktivnost na pripremanju za pandemiju je od koristi. U pretpostavci za ovaj scenarij uzima se i povijesno iskustvo za pandemije 1918. godine, tad je Belgija pretrpjela tri pandemijska vala s pauzama od tri mjeseca, odnosno u vrijeme pandemije Honkonške gripe 1968./69. prošlo je osamnaest mjeseci od izolacije pandemijskog virusa u Hong Kongu do punog razvoja pandemije u Europi.

U izradi scenarija se moramo osvrnuti na tijek događaja koji su se dogodili u Hrvatskoj 2009. godine, dakle u tijeku pandemije 2009./10. najveća opterećenost u pandemiji bila je ona zdravstvene službe dok su druge esencijalne službe uredno funkcionirale. To se može pripisati specifičnosti zadnje pandemije u kojoj je zabilježen relativno mali broj manifestno oboljelih (oko 58.000) koji su se javili zdravstvenoj službi. Unutar zdravstvene službe, najveću opterećenost, posebice u prvom dijelu pandemije, podnijela je epidemiološka služba koja je nositelj komunikacije svih protuepidemijskih mjera prema svim dijelovima zdravstvene službe, a ujedno je i sama provodila protuepidemijske mjere obuzdavanja širenja uz aktivno traženje kontakata oboljelih i primjenu profilakse antivirusnim lijekovima. Osim toga Hrvatski zavod za javno zdravstvo koordinirao je rad svih epidemioloških službi na terenu i drugih dijelova zdravstvene zaštite uz praćenje međunarodne situacije i međunarodnu komunikaciju, dnevno praćenje kretanja bolesti u populaciji i podatke o virološkoj konfirmaciji oboljelih i dnevnu analizu epidemiološke situacije, procjenu rizika i predlaganje protuepidemijskih mjera. U Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo u Službi za mikrobiologiju u sklopu Nacionalnog referentnog laboratorija Svjetske zdravstvene organizacije za influencu obavljeno je laboratorijsko ispitivanje oko 4.000 oboljelih s oko 10.000 laboratorijskih pretraga. Pri tome treba nadodati da je virus A(H1N1)pdm nastavio cirkulirati podjednakim intenzitetom u sezoni 2010./11. kad je obavljen gotovo isti broj pretraga. Uz epidemiološku službu, najveći teret podnijela je infektološka djelatnost na čelu s Klinikom za infektivne bolesti "dr. Fran Mihaljević" uz poseban napor djelatnika jedinica intenzivnog liječenja zbog liječenja teških komplikacija gripe poput virusne pneumonije što je bila posebnost zadnje pandemije. Dodatno, mnogi drugi bolnički odjeli pretrpjeli su opterećenost pandemijom s obzirom da se infekcija širila bolničkim odjelima. Pojačano je radila i primarna zdravstvena zaštita, a zbog nepostojanja dežurstva, bio je potreban i dodatan angažman hitne službe.

Tijekom zadnje pandemije možemo identificirati glavni problem u provođenju protuepidemijskih mjera, a to je izostala adekvatna suradnja državnih medija u prenošenju ključnih poruka prema populaciji. U svim medijima dominirale su antivakcinalne poruke što je rezultiralo nezapamćeno malim obuhvatom cijepljenja pandemijskim cjepivom (0,4%).

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

Obzirom na epidemiološku situaciju u većem dijelu svijeta, farmaceutske tvrtke ne uspijevaju proizvesti dovoljne količine cjepiva, a dolazi i do nestašice lijekova za liječenje gripe i njenih komplikacija. Ovakva situacija dodatno povećava zabrinutost cjelokupnog stanovništva i ,

opterećenost zdravstvene službe u Hrvatskoj. Prema postojećem Nacionalnom planu za pandemijsku gripu (vidjeti Prilog), u Hrvatskoj je proglašen 6. stadij, te sukladno njemu pokrenute su sve predviđene aktivnosti.

Radi lakšeg savladavanja "lažnih uzbuna", koje su posljedica poboljšanog virološkog nadzora nad kretanjem virusa influence, definirani su stadiji koji olakšavaju pripremu za pandemiju.

Okidač koji je uzrokovao katastrofu

Iznenadna i neočekivana genska mutacija virusa influence i mogućnost njegovog povoljnog i brzog širenja osnovna je pretpostavka kao okidač za nastanak pandemije koji u bilo kojem trenutku može izmaći kontroli i pretvoriti se u događaj katastrofalnih razmjera.

Tri su teorije o nastanku pandemijskih virusa: Genetskom rekombinacijom između ljudskih i životinjskih virusa influence; Izravan prijenos virusa sa životinja na ljude i obrnuto, te javljanje novih virusa, odnosno ulazak ranije postojećih virusa u stanovništvo sa neprepoznatog rezervoara. Teorija rekombinacije je najprihvatljivija za pojavu A(H3N2) virusa koji je uzrokovao pandemiju 1968./69.

Teorija izravnog prijenosa je najvjerojatnije objašnjenje za pojavu A(H1N1) virusa koji je uzrokovao pandemiju 1918. godine (tzv. Španjolska gripa) dok je treća teorija najvjerojatnije objašnjenje za ponovnu pojavu A(H1N1) virusa, uzročnika "ruske pandemije" 1977. godine koji je gotovo identičan virusu izoliranom 1950. godine, ali je nepoznato gdje i kako je virus tih 27 godina opstao.

Čak i u odsutnosti epidemije, pojava novog podtipa virusa gripe, uz tek nekoliko inficiranih ljudi, može zbog straha od mogućnosti nastanka pandemije, postaviti ogromne zahtjeve pred zdravstveni sustav i državnu upravu.

3.4.1.5. *Uzrok*

Uzrok pandemije je virus influence koji je iznenada mutirao te nije bio sastavni dio uobičajenog sezonskog cjepiva protiv gripe koje je odlukom MZ nabavljeno za odgovarajuću sezonu gripe po preporuci Svjetske zdravstvene organizacije.

3.4.2. DOGAĐAJ

Epidemija pandemijske gripe pojavila se u prosincu i trajala je devet tjedana. Iz tablice 6.4.-1. razvidan je broj oboljelih i umrlih tijekom dosadašnjih epidemija gripe u Hrvatskoj. S obzirom da bi pandemijsku epidemiju uzrokovao novi virus, s kojim stanovništvo prethodno nije bilo u kontaktu, može se očekivati veći pobol i smrtnost. Može se očekivati od 800.000 do 1.200.000 oboljelih. Od gripe i njenih posljedica moglo bi umrijeti između 800 do 2.500 ljudi.

Tablica 6.4.-1. – Broj oboljelih i umrlih od gripe i upale pluća u zimskim mjesecima od 2000. do 2014.godine.

Sezona	Broj oboljelih	Broj umrlih (prijave zaraznih bolesti)	Broj umrlih*	
			Gripa	Upala pluća
2000./01.	42.221	0	35	429
2001./02.	67.706	4	1	101
2002./03.	87.951	4	0	98
2003./04.	65.552	6	0	91
2004./05.	113.786	1	0	146
2005./06.	1.375	0	0	137
2006./07.	109.553	2	4	569
2007./08.	53.588	0	0	98
2008./09.	54.121	0	11	391
2009./10.	28.792	11	18	290
2010./11.	55.298	26	2	185
2011./12.	42.422	1	20	153
2012/2013	29.127	4	1	28
2013/2014	11.935	1	32	128
2014./15.	77.842	5	-	-

Izvor: Hrvatski zavod za javno zdravstvo
** - Državni zavod za statistiku*

Broj osoba koje će se cijepiti, osim po stručnoj preporuci koja je ovdje iznesena, ovisi i o nekim paramedicinskim čimbenicima, poput percepcije javnosti i zdravstvenih djelatnika o ozbiljnosti pandemije i percepciji učinkovitosti cjepiva što značajno utječe na odaziv stanovništva na cijepljenje.

Antivirusni lijekovi

Antivirusni lijekovi su dopuna cijepljenju protiv influence. Predviđa se njihova uporaba u prevenciji gripe u razdoblju pandemije u kojemu neće biti dostupno cjepivo protiv pandemijskog soja, kao i u liječenju oboljelih.

Inhibitori M2 proteina: rimantadin i amantadin

Aktivni su protiv virusa influence tipa A. Koriste se u profilaksi i terapiji influence tipa A odraslih i djece >1 godine života. Nije dokazano djelovanje ovih lijekova protiv virusa H5N1. Pandemijski

A/H1N1 virus iz pandemije 2009./10. bio je rezistentan na inhibitore M2 proteina. Također, na temelju sekvence M2 proteina, očekuje se da je ptičji virus influence A/H7N9, koji je izazvao zabrinutost u Kini 2012./13. godine, rezistentan na ove lijekove.

Inhibitori neuraminidase: oseltamivir i zanamivir

Oseltamivir odobren je za liječenje i profilaksu gripe kod odraslih i djece starije od 1 godine. Oseltamivir treba upotrijebiti unutar 48 sati od pojave simptoma. Dokazano je njegovo djelovanje na skraćivanje trajanja simptoma gripe. U pandemiji se oseltamivir može koristiti i kod dojenčadi.

Zanamivir ima slično djelovanje kao i oseltamivir. Primjenjuje se u obliku spreja. Njegova je uporaba namijenjena isključivo liječenju oboljelih. Pandemijski A/H1N1 virus iz pandemije 2009./10. (H1N1pdm) bio je osjetljiv na inhibitore neuraminidaze i njihova se upotreba pokazala vrlo korisnom u svrhu ograničavanja širenja infekcije u ranim stadijima pandemije i u svrhu liječenja oboljelih tijekom cijelog trajanja pandemije. Inhibitori neuraminidaze se smatraju djelotvornima u liječenju gripe uzrokovane ptičjim virusom influence A/H7N9.

Predviđena uporaba lijekova i potrebe za zalihama na razini države

Na temelju dokumenata Svjetske zdravstvene organizacije, podataka iz literature i ponuđenih modela planiranja zaliha lijekova, kao i posljednjih informacija proizvođača, polazi se od sljedećih činjenica:

1. Oseltamivir i zanamivir su jedini lijekovi koji djeluju na H5N1 influencu i jedini su se pokazali djelotvorni u liječenju bolesti uzrokovane s H1N1pdm. Dokazana je djelotvornost oseltamivira u profilaksi gripe osoba starijih od godinu dana, a dokazan je i njegov terapijski efekt koji smanjuje trajanje bolesti i olakšava simptome kod djece starije od 1 godine. S obzirom da pandemijski soj može biti različit od H5N1 i H1N1pdm i A/H7N9 može se očekivati djelovanje rimantadina/amantadina. Ove bi lijekove trebalo sačuvati prije svega za profilaksu kod visokorizične djece. Terapijsko djelovanje zanamivira je slično oseltamiviru, osim što se oseltamivir daje preventivno.
2. Prema raspoloživoj literaturi može se reći da je profilaktička uporaba oseltamivira mnogo efikasnija od terapijske koja je dokazana u kliničkim istraživanjima.
3. Prema raspoloživim podacima čini se da se u većini država primjenjuje kombinacija profilakse i terapije, s većim naglaskom na terapiju oboljelih, a ograničenu profilaksu. Pretpostavlja se da je to s toga što terapija zahtijeva 5 dana po 2 kapsule dnevno (10 kapsula), a preekspozicijska profilaksa 6 tjedana po 1 kapsulu dnevno (42 kapsule).
4. Postekspozicijska profilaksa nije provediva u jeku pandemije, već samo na njenom početku (pojedinačni bolesnici ili manje epidemije). Provodi se 10 dana po 1 kapsula.
5. Profilaktička primjena oseltamivira omogućuje prokuživanje, te stjecanje imuniteta.
6. Lijek je potrebno nabaviti i staviti u pričuvu.
7. Rok trajanja oseltamivira je 7 godina.
8. Prema dostupnoj literaturi i preporukama predlaže se slijedeća uporaba lijeka (minimalne zalihe):

Postekspozicijska profilaksa
Primjenjuje se kada se pojavljuju pojedinačni slučajevi bolesti ili manje epidemije (hospitalne, obiteljske, u poslovnom objektu i sl.).
Uski kontakti oboljelog od pandemijske gripe – osobe koje su njegovale oboljelog, kućni kontakti, direktni kontakt s respiratornim sekretom (kapljice sline, kašlja, kihanja, tjelesnim tekućinama i ekskretima (feces) visoko suspektnog ili potvrđenog slučaja.

Profilaksa se provodi samo kod osoba starijih od godinu dana, a u pandemiji dolazi u obzir primjena i kod dojenčadi. Profilaksu treba započeti unutar dva dana od ekspozicije.

Odrasli: Profilaksa se provodi sa 75 mg oseltamivira dnevno kroz 7 dana.
Djeca starija od godinu dana: Profilaktička doza ovisi o tjelesnoj težini, prema Sažetku opisa svojstava lijeka.
Dojenčad u dobi od 1 do 12 mjeseci: Profilaktička doza ovisi o tjelesnoj težini, prema Sažetku opisa svojstava lijeka.

Ako je pandemijski virus osjetljiv na M2 inhibitore, kod djece starije od 1 godine (1-9 godina) profilaksa se može provesti amantadinom. Dnevna doza je 5 mg/kg tjelesne težine (terapijska i profilaktička doza) s time da se ne smije prijeći 150/mg/dan (FDA i MMWR). Kod djece starije od 10 godina i odraslih osoba dnevna doza je 200mg/dan (100mg dva puta dnevno).
Međutim, kod djece s manje od 40 kg tjelesne težine trebalo bi propisati 5 mg/kg tjelesne težine bez obzira na dob.

Ova se profilaksa neće primijeniti u slučaju H5N1 pandemije, s obzirom da amantadin nije djelotvoran u profilaksi ovog podtipa gripe.

Očekivani broj osoba koje će primiti postekspozicijsku zaštitu na samom početku pandemije je oko 1.000 kontakata oboljelih. Ova mjera pokazala se u zadnjoj pandemiji 2009./10. kao vrlo učinkovita u obuzdavanju širenja infekcije. Međutim, postekspozicijsku profilaksu nije moguće provoditi kod svih kontakata tijekom cijelog trajanja pandemije te će na temelju epidemiološke procjenem situacije i preporuka epidemiologa u tijeku pandemije ona ograničiti na osobe s najvećim rizikom od smrti.

Preekspozicijska profilaksa
Dolazi u obzir za one operativne službe koje nužno moraju funkcionirati u slučaju pandemije, posebice na početku. Provodi se do maksimalno 6 tjedana.

Liječenje antivirusnim lijekovima
- liječenje oboljelih pod povećanim rizikom od komplikacija,
- liječenje grupa prema epidemiološkim pokazateljima tijekom pandemije.

Terapija je predviđena za osobe starije od 1 godine. Terapijska doza za djecu stariju od 13 godina i odrasle osobe je 75 mg oseltamivira 2 puta na dan kroz 5 dana. Terapija zanamivirom traje 5 dana 2x5mg. Zanamivir se udiše.

Epidemiološka simulacija predviđa najmanje 250.000 osoba za provođenje nužnog antivirusnog liječenja. To je ukupno, najmanje 250.000 terapijskih doza koje treba držati u pričuvi. Procijenjeni trošak osiguranja potrebnih količina bio bi 25.000.000,00 kn.

U pandemiji 2009./10. pobol je bio niži od očekivanog, s pedeset tisuća prijavljenih bolesnika, što ukazuje na to da su predviđanja o broju osoba kod kojih će trebati terapijski primijeniti antivirusne lijekove vrlo gruba i nepouzdana.

Ostala cjepiva

Sezonsko cjepivo i cjepivo protiv H5N1 ptičje gripe
Protiv sezonske gripe cijepit će se sve osobe s povećanim rizikom. Cijepit će se i osobe zaposlene na peradarskim farmama. Ako se pandemija pojavi izvan Republike Hrvatske, sezonskim cjepivom će se cijepiti skupine povećanog rizika. Za osobe na peradarskim farmama i osobe koje će doći u kontakt s ptičjim virusom (virolozi, veterinari), cca 700 osoba, preporučuje se i sezonsko cijepljenje protiv gripe i cijepljenje cjepivom protiv H5N1 ptičje gripe.

Pneumokokno cjepivo
Cijepe se svi pod povećanim rizikom.
Ako se pojavi pandemija cijepit će se sve osobe starije od 65 godina, sve osobe starije od 2 godine s kroničnim bolestima (KOPB, kongestivno zatajenje srca, šećerna bolest, kronični alkoholizam, kronična bolest jetre, kronična bolest bubrega, imunodeficijentni bolesnici) i to ako nisu ranije cijepljene. Za potrebe provedbe spomenutog cijepljenja bilo bi potrebno osigurati 100.000 doza pneumokoknog cjepiva predviđene ukupne cijene koštanja od 30.000.000,00 kn.

Antipiretici
Antipiretici poput paracetamola bit će indicirani kod gripe. Acetil-salicilat je kontraindiciran kod djece u slučaju sumnje na gripu. Pretpostavlja se da za ove lijekove nije nužno stvaranje zaliha, već će se u slučaju pandemije isti moći nabaviti u ljekarnama.

Medicinska oprema
Zdravstvene ustanove i odgovorno medicinsko osoblje treba voditi računa o potrebi stvaranja zaliha adekvatnih količina lijekova za simptomatsku terapiju i pribora poput igala, šprica. Također treba predvidjeti svu potrebnu opremu i lijekove za intenzivno liječenje bolesnika te osobna zaštitna sredstva.

Antibiotici
S obzirom na česte bakterijske komplikacije kod influence, valja planirati veću uporabu antibiotika u situaciji gdje se očekuje velika incidencija komplikacija poput upale pluća. Valja osigurati siguran izvor opskrbe antibiotika (s antistafilokoknim spektrom djelovanja).

Osobna zaštitna oprema

Osobna zaštitna oprema namijenjena je zdravstvenim radnicima koji pružaju neposrednu zdravstvenu zaštitu, uključivo epidemiološkom timu koji će provoditi terenska ispitivanja. Procjenjuje se da za ovu i druge izvanredne situacije treba pohraniti 500.000 kompleta osobne zaštitne opreme za jednokratnu uporabu procijenjene vrijednosti 50.000.000,00 kn.

3.4.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Do pojave pandemijske gripe će doći prvo izvan Hrvatske, pretpostavljamo najvjerojatnije na području Azije gdje stanovništvo živi u bliskom kontaktu sa životinjama i gdje će najvjerojatnije i nastati i početi se širiti pandemijski soj. Informacija o pojavi pandemijskog soja gripe bit će poznate već prije pojave prvih slučajeva bolesti u Europi, a samim time i u Hrvatskoj. Pojava prvih slučajeva bolesti bila bi povezana s osobama, putnicima koje su u kontakt s uzročnikom bolesti došle izvan granica Hrvatske. Samim time prve pojave bolesti mogle bi se pojaviti u gradovima koji imaju zračne i pomorske luke s međunarodnim vezama. Epidemija bi mogla trajati najmanje 9 tjedana. Prema iskustvima iz prethodne pandemije broj oboljelih bio bi najveći u mlađim dobnim skupinama (do 80% oboljelih), za razliku od sezonske gripe koja pogađa starije, kronične bolesnike. Očekuje se pobol od 20% stanovništva kroz 9 tjedana trajanja epidemije. Vrhunac pandemije u Hrvatskoj se javlja otprilike 30 dana od početka epidemije tj. sredinom siječnja, nakon čega slijedi postupni pad u broju oboljelih od gripe. Tijekom epidemijskog događaja od 9 tjedana obolijeva ukupno 860.000 osoba od kojih pomoć od strane liječnika primarne zdravstvene zaštite traži 103.200 oboljelih (12 %). Zbog razvoja komplikacija bolesti 22.360 (2,6%) oboljelih zahtjeva je bolničko liječenje (http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/11/pdfs/07-0103.pdf). Od gripe i njenih komplikacija kroz 9 tjedana umire 860 oboljelih osoba (smrtnost od 0,01%) (http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/11/pdfs/07-0103.pdf).

3.4.2.1.1. POSLJEDICE

Zdravstveni sustav ima ključnu ulogu u epidemiološkom, kliničkom i virusološkom praćenju gripe na temelju kojeg donosi i provodi protuepidemijske mjere i liječenje kojima će se smanjiti rizik od širenja pandemijskog virusa te time smanjiti morbiditet i mortalitet.

Različite strukture nezdravstvenog sustava osiguravaju tijekom pandemije funkcioniranje javnih službi (opskrba energijom, transport, snabdijevanje hranom) kako bi se smanjio utjecaj na zdravstveni sustav, gospodarstvo i društvo u cjelini.

Posljedice proistekle iz pandemijskog scenarija gripe mogu se sagledati sa aspekta:

a) *socijalnih faktora,* koji uključuju veličinu naše populacije, distribuciju visokorizičnih grupa u njoj te ponašanje i životni stil određenih grupa u populaciji;

b) *tehničkih i znanstvenih faktora*, koji podrazumijevaju implementaciju nadzora i mogućnosti da se identificira sumnjivi slučaj koji bi mogao oboljeti, mogućnosti i mehanizmi pristupačnosti teško dostupnim određenim grupama ljudi i mogućnost i prihvatljivost efektivnih preventivnih mjera, odnosno provedba profilaktičke, kao i kasnije suportivne terapije;
c) *ekonomskih faktora*, koji podrazumijevaju u opisu direktne i indirektne financijske troškove kao što su utjecaj na kućni proračun, troškovi hospitalizacija te potencijalni utjecaj na trgovinu i turizam i ostale zavisne i nezavisne grane iz ekonomske branše;
d) *etičkih faktora,* koji podrazumijevaju osobnu privatnost, upotreba neodobrenih proizvoda, utjecaj na transparentnost; te
e) *političkih faktora,* koji podrazumijevaju reakciju i odgovor zakonskih nosioca u zdravstvu i medija, kapacitiranost Vlade i ostalih nižih struktura u odgovoru na upravljanje u krizi.

Ozbiljnost događaja pandemije kao i posljedični događaji uvelike ovise o pitanjima koje svaka pandemija postavlja:

a) Koliko učestalo se pojavljuju novi slučajevi
b) Koje grupe ljudi će teže i ozbiljnije oboliti ili imaju veći rizik za umiranje
c) Koji oblici oboljenja i posljedičnih komplikacija su viđeni u trenutku pojave
d) Da li je virus influence osjetljiv na antiviralnu terapiju
e) Koliko će uopće po procjeni ljudi oboljeti od gripe
f) Kakav će biti utjecaj na zdravstveni sektor u cjelini uključujući i cjelokupni angažman kompletnog zdravstvenog sustava koji ima.

Kratki prikaz zdravstvenih resursa koji bi podnijeli glavni teret javno zdravstvenog odgovora na pandemiju gripe:
(http://www.zdravlje.hr/ministarstvo/zdravstvene_ustanove_u_republici_hrvatskoj)

- 49 Domova zdravlja;
- 21 Županijskih zavoda za hitnu medicinu;
- 7 Zavoda;
- 3 Lječilišta;
- 24 Specijalnih bolnica;
- 20 Općih bolnica;
- 5 Klinika;
- 3 Kliničke bolnice i
- 5 Kliničkih bolničkih centra.

Kapaciteti sustava prema posljednjim podacima iz Ljetopisa Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, posebno dio koji se odnosi na rad stacionarnih ustanova u Hrvatskoj 2013. godine naveden je u tablici 6.4.-2.

Tablica 6.4.-2. – Kapaciteti zdravstvenog sustava

Opis	Kapacitet/Broj
Broj postelja	25.117
Broj postelja na 1.000 stanovnika	5,86
Broj liječnika	5.860
Broj postelja po jednom liječniku	4,29
Broj ispisanih bolesnika	744.188
Broj dana bolničkog liječenja	6.624.586
Prosječna dužina liječenja	8,9
Broj pacijenata po krevetu	29,63

(Izvor: http://hzjz.hr/wp-content/uploads/2015/03/bolnice_2013.pdf)

Opterećenost postojećeg zdravstvenog sustava sa bremenom pandemijskog vala gripe zahtijevat će barem dvostruko veću angažiranost postojećeg kapaciteta ljudstva odnosno resursa.

S obzirom na broj osoba oboljelih i umrlih od gripe, kao i broj osoba koje će koristiti zdravstvene resurse (liječnike opće medicine i bolnice), koji je dat u narednim poglavljima, dolazi do pojačanog pritiska na zdravstvene i socijalne službe, pa je potrebno osigurati organizacijske prilagodbe sukladno postojećim planovima korištenja kapaciteta potrebnih za povećan priliv oboljelih osoba. Osiguran je nesmetan rad najvažnijih službi (zdravstvo, vatrogasci, policija, vojska) sukladno planovima provedbe preventivnih mjera.

Smještaj u bolnicama oboljelih od gripe je u trenutku pandemijskog vrhunca kapacitetom ograničen, pa je potreban dodatni smještajni kapacitet u drugim ustanovama poput umirovljeničkih domova, dječjih vrtića, škola, hotela i sličnih objekata u trenutku pandemijskog vrhunca gripe jer sam zdravstveni sektor ne može odgovoriti na pritisak i opterećenost koji je stvoren valom oboljelih. U kalkulaciju treba uzeti i angažman i ovih dodatnih kapaciteta za smještaj oboljelih kojima je potrebna medicinska skrb.

Nadalje, posljedice pandemije gripe obuhvaćaju i sve aspekte proizašle iz provedbe protuepidemijskih mjera koji se odnose na socijalne navike stanovništva poput restrikcije putovanja, zatvaranja granice za putovanja, zatvaranja škola i drugih ustanova te izračun posljedičnih šteta ovakvih događaja također treba uzeti u obzir.

Ako bismo prema procjeni ECDC-a odlučili cijepiti zaposlene u najvažnijim službama i osobe s povećanim rizikom od komplikacija (kronične bolesnike, djecu od 6 do 24 mjeseca starosti, obiteljske kontakte djece mlađe od 6 mjeseci starosti i osobe starije od 65 godina), ciljna bi skupina bila 35% stanovništva (1.500.000).

To je nešto više od naše procjene iz Nacionalnog pandemijskog plana, prema kojoj u tim kategorijama ima oko 1.264.000 osoba i to:

- esencijalne službe bez zdravstva 24.000

- zdravstveni djelatnici 52.000
- djeca 6-24 mjeseca starosti 65.000
- obiteljski kontakti djece do 6 mjeseci starosti 30.000
- trudnice 60.000
- kronični bolesnici do 65 godina starosti 340.000
- osobe starije od 65 godina 693.000

U slučaju nedostatnih količina cjepiva ili sukcesivnih pošiljki ukupnih količina cjepiva kroz dulje vremensko razdoblje, može se cijepiti ovisno o dostupnim količinama cjepiva prema prioritetnim skupinama počevši od kroničnih bolesnika u dobi od 0-64 godine, zatim zdravstvene djelatnike, trudnice, itd. Kao što je prikazano u tablici 6.4.-3. (redoslijed prioritetnih skupina se može mijenjati, ovisno o karakteristikama pandemije):

Tablica 6.4.-3. – Prioritetne skupine stanovništva

Prioritet	Skupina	Broj	Kumulativni broj
1.	Kronični bolesnici dobi 0-64 (hipertenzija isključena)	294.000	294.000
2.	Zdravstveni djelatnici (svi)	52.000	356.000
3.	Trudnice	60.000	416.000
4.	Djeca 6 do23 mjeseca starosti	65.000	481.000
5.	Djeca 24 do 59 mjeseci starosti	127.000	608.000
6.	Zdravi kućni kontakti onih koji se ne mogu cijepiti (djece mlađe od 6 mjeseci)	30.000	638.000
7.	Kronični bolesnici u dobi 65+ (hipertenzija isključena)	340.000	978.000
8.	Zdrave osobe srednjoškolske dobi	182.000	1.160.000
9.	Zdrave osobe osnovnoškolske dobi	370.000	1.530.000
Itd....			

Prema tome, samo za osiguravanje funkcioniranja zdravstvene i drugih najvažnijih službi te osoba pod povećanim rizikom za komplikacije, a prema ECDC podjeli prioritetnih skupina, ciljna skupina za cijepljenje je 1.264.000 do 1.500.000 stanovnika.

Trošak nabave cjepiva ovisio bi o njegovoj cijeni na tržištu. Hrvatska bi cjepivo nabavljala kroz mehanizam zajedničke nabave zemalja EU koji je uspostavljen temeljem odluke o Prekograničnim prijetnjama zdravlju donesene krajem 2013. godine. Trošak nabave cjepiva mogao bi se kretati u rasponu od 6.000.000 do 10.000.000 kn.

3.4.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Virus influence je izrazito zarazan virus koji izaziva epidemijsko obolijevanje tijekom uobičajene sezone gripe. U slučaju pandemije gripe predviđa se značajno veće obolijevanje stanovništva nego inače, s obzirom na nepostojanje prethodne imunosti na takav pandemijski soj. Za očekivati je značajno veća stopa bolovanja radno aktivnog stanovništva, kao i veći stupanj komplikacija i smrtnih

ishoda kod vulnerabilnih skupina stanovništva. Tijekom pandemije pratila bi se dinamika obolijevanja i umiranja na tjednoj osnovi, kao što se i inače prati kretanje sezonske gripe.

Tijekom epidemijskog događaja od 9 tjedana ukupno bi oboljelo 860.000 osoba od kojih bi pomoć od strane liječnika primarne zdravstvene zaštite zatražilo njih 103.200. Zbog razvoja komplikacija bolesti 22.360 oboljelih zahtijevalo bi bolničko liječenje. Od gripe i njenih komplikacija kroz 9 tjedana moglo bi umrijeti 860 oboljelih osoba.

Tablica 6.4.-4. – Posljedice na Život i zdravlje

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

3.4.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

U 2015. godini bilježimo približno 80.000 oboljelih od gripe na razini cijele Hrvatske. Približno četvrtina oboljelih pripada gradu Zagreb i Zagrebačkoj županiji.

Posljedično za prvi kvartal 2015. godine Klinika za infektivne bolesti "dr. Fran Mihaljević" u Zagrebu (kao primjer) na kompletno liječenje teških respiratorno insuficijentih pacijenata, njih 16, potrošila približno 4.000.000 kn što je 250.000 kn po pacijentu (službeni podaci Klinike za infektivne bolesti "dr. Fran Mihaljević")..

Približno 75% cijene u kalkulaciji iznosi cijena lijekova odnosno tehničko održavanje sustava za potpomognutu respiraciju sa pročišćavanjem krvi (ECMO sustav).

U ovom vjerojatnom scenariju troškovi liječenja hospitaliziranih oboljelih, kojih se procjenjuje da bi bilo 22.360 bili bi 351.052.000,00 kn, što ne uključuje troškove liječenja 447 teško oboljelih pacijenata koji bi zahtijevali intenzivnu skrb (ECMO aparat). Predviđeni trošak njihovog liječenja je 111.750.000 kn.

Posljedice pandemije influence primarno bi se očitovale kroz indirektne troškove kao posljedica apsentizma zaposlenih osoba i troškove zdravstvenog sustava za liječenje oboljelih i provođenje preventivnih mjera u cilju suzbijanja i sprječavanja daljnjeg širenja pandemije. Očekuje se prosječan iznos novčane nadoknade po danu bolovanja od 145,00 kn. U slučaju obolijevanja 344.000 radno aktivnih osoba u prosječnom trajanju bolovanja od 15 dana, ukupni troškovi mogli bi doseći

774.000.000,00 kn. Tome bi trebalo pribrojiti i troškove koji mogu nastati zbog otežanog odvijanja proizvodnih procesa u uvjetima odsutnosti dijela specijalizirane radne snage i neispunjenja ugovora tako da se ukupni troškovi mogu kretati preko 1 milijardu kuna.

Tablica 6.4.-5. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.4.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Iako je za očekivati da bi došlo do prekida uobičajenog rada javnih službi, primjerenom organizacijom i ciljanim preventivnim mjerama sukladno navedenom planu, održala bi se potrebna razina aktivnosti neophodnih da se zadovolje elementarne potrebe stanovništva u takvim uvjetima.

Ne očekuje se znatnija oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja, kao niti prekid dulji od 10 dana u radu kritične infrastrukture.

Tablica 6.4.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Ne očekuje se znatnija šteta ili gubitci do kojih bi moglo doći na građevinama od javnog društvenog značaja.

Tablica 6.4.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Iako se može očekivati odsustvo zaposlenika u pojedinim društvenim djelatnostima zbog bolovanja, ne treba očekivati značajne poteškoće u radu kritičnih službi na rok dulji od 10 dana. Tome bi sigurno doprinijele preventivne mjere u tim skupinama zaposlenika i posljedice bi se mogle procijeniti kao malene.

Tablica 6.4.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infinfastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 - 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.4.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.4.-9. – Vjerojatnost/Frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	<1%	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5%	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50%	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98%	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	>98%	1 događaj godišnje ili češće	

3.4.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Prvi oboljeli od pandemijske gripe u Hrvatskoj su rezultat unosa virusa gripe koji je već određeno vrijeme u pandemijskom obliku prisutan na području Azije, odakle se kroz međunarodna putovanja proširio i u Europu.

S obzirom da su informacija o pojavi pandemijskog soja gripe u Aziji poznate već prije pojave prvih slučajeva bolesti u Europi, a samim time i u Hrvatskoj. Najveći broj oboljelih je u mlađim radno sposobnim dobnim skupinama (do 80% oboljelih), za razliku od sezonske gripe koja pogađa starije, kronične bolesnike. Oboljelo je 30% stanovništva tijekom trajanja epidemije, s vrhuncem epidemije otprilike 30 dana od početka epidemije tj. sredinom mjeseca siječnja, nakon čega slijedi postupni pad u obolijevanju. Tijekom epidemijskog događaja od 9 tjedana ukupno je oboljelo 1.290.000 osoba, od kojih je pomoć liječnika primarne zdravstvene zaštite zatražilo njih 154.800 (12 %). Zbog razvoja komplikacija bolesti, 33.540 (2,6%) oboljelih zahtijevalo je bolničko liječenje. U jedinicama intenzivnog liječenja liječeno je 671 osoba oboljelih od gripe. Od gripe i njenih komplikacija kroz 9 tjedana umrlo je ukupno 2.580 od svih oboljelih osoba (smrtnost od 0,2%).

3.4.2.2.1. POSLJEDICE

3.4.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tijekom epidemijskog događaja od 9 tjedana ukupno je oboljelo 1.290.000 osoba od kojih je pomoć liječnika primarne zdravstvene zaštite zatražilo njih 154.800. Zbog razvoja komplikacija bolesti, 33.5400 oboljelih zahtijevalo je bolničko liječenje. Od gripe i njenih komplikacija kroz 9 tjedana umrlo je ukupno 2.580 od svih oboljelih osoba.

Tablica 6.4.-10. – Posljedice na Život i zdravlje

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

3.4.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Posljedice pandemije influence primarno su se očitovale kroz indirektne troškove kao posljedica apsentizma zaposlenih osoba i troškove zdravstvenog sustava za liječenje oboljelih i provođenje preventivnih mjera u cilju suzbijanja i sprječavanja daljnjeg širenja pandemije.

Na 1.200.000 oboljelih tijekom epidemije hospitalizirano je 33.540 hospitalizacija, s troškovima liječenja u iznosu od 526.578.000,00 kn. Među hospitaliziranim osobama bilo je 671 teško oboljelih pacijenata koji su zahtijevali intenzivnu skrb, čiji i trošak liječenja je iznosio 167.700.000,00 kn.

Što se tiče troškova bolovanja, prosječan iznos novčane nadoknade po danu bolovanja iznosi 145,00 kuna. Na bolovanje zbog gripe odlazi 516.000 radno aktivnih osoba u prosječnom trajanju bolovanja od 15 dana, s ukupnim troškovima u iznosu od 1.161.000.000,00 kn. Tome treba pribrojiti i troškove koji nastale zbog otežanog odvijanja proizvodnih procesa u uvjetima odsutnosti dijela specijalizirane radne snage i neispunjenja ugovora, tako da se ukupni troškovi kreću između 1,5 i 7 milijardi kuna.

Tablica 6.4.-11. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.4.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

S obzirom da je dolazak pandemijskog vala gripe u Hrvatskoj uslijedio nekoliko mjeseci nakon pandemije u Aziji i prvih grupiranja gripe u nekim europskim zemljama, epidemiološka služba je kroz svoju mrežnu strukturu uspjela provesti organizaciju i ciljane preventivne mjere sukladno postojećem nacionalnom planu, te se tako održala potrebna razina aktivnosti javnih službi neophodnih da se zadovolje elementarne potrebe stanovništva u takvim uvjetima.

Nisu zabilježena znatnija oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja, kao niti prekid dulji od 10 dana u radu kritičnih infrastruktura

Tablica 6.4.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Također, nije bilo znatnih šteta i gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja.

Tablica 6.4.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Iako je zbog povećanog broja bolovanja došlo do poteškoća u radu kritičnih službi koje su zahtijevale i prekovremeni rad i uvođenje dodatnih smjena, zbog provedbe preventivnih mjera i organizacijskih prilagodbi nije došlo do prestanka rada na rok dulji od 10 dana.

Tablica 6.4.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infinfastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 - 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.4.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.4.-15. – Vjerojatnost/Frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	<1%	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5%	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50%	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98%	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	>98%	1 događaj godišnje ili češće	

3.4.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Za izradu analize rizika kao izvori podataka korišteni su registar prijava zaraznih bolesti, javno-zdravstvena baza podataka umrlih osoba, baza podataka o hospitaliziranim osobama koje se nalaze u Hrvatskom zavodu za javno zdravstvo. U procjeni pobola, smrtnosti i korištenja resursa zdravstvene zaštite korištena dostupna znanstvena literatura ECDC-a, CDC-a i WHO.

Nepouzdanost

Vjerojatnost događa nije moguće sa sigurnošću procijeniti s obzirom da nije moguće predvidjeti kada će doći do genetske promjene uzročnika gripe i posljedično njegove povećane virulencije i osjetljivosti stanovništva.

Procjene pobola i smrtnosti stanovništva rađene su na temelju informacija prikupljenih iz prethodnih pandemijskih događaja i ne moraju biti dobar prediktor budućih događaja.

Stručnjaci referentnog centra za epidemiologiju MZ su educirani za procjenu rizika. S obzirom dase ovako detaljne procjene rizika ne rade rutinski, potrebno je edukacijom osvježavati znanje i vještine u području procjene rizika.

Najveća je nepouzdanost u području procjene utjecaja pandemije na nezdravstveni sektor zbog nedostatka podataka, tj. stručnjaci iz zdravstvenog sektora ne raspolažu podacima potrebnim za procjenu rizika nezdravstvenog sektora.

Metodologija koja bi se koristila u izradi cjelovite procjene rizikane postoji. Za zdravstveni sektor procjena rizika je vrlo pouzdana i postoje metodološke smjernice. Međutim, procjena utjecaja na nezdravstvene sektore je nepouzdana ako u njoj ne sudjeluju adekvatni stručnjaci iz nezdravstvenog sektora.

Tablica 6.4.-16. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.4.4. POPIS LITERATURE

1. Perez Velasco R, Praditsitthikorn N, Wichmann K et al. Systematic review of economic evaluations of preparedness strategies and interventions against influenza pandemics. PLoS One 2012; 7:e30333.
2. World Health Organization. Pandemic Influenza Preparedness and Response: a WHO Guidance Document. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2009.
3. Cooper N, Coyle D, Abrams K, Mugford M, Sutton A. Use of evidence in decision models: an appraisal of health technology assessments in the UK since 1997. J Health Serv Res Policy 2005; 10:245–250.
4. Lee VJ, Phua KH, Chenm MI et al. Economics of neuraminidase inhibitor stock piling for pandemic influenza, Singapore. Emerg Infect Dis 2006; 12:95–102.
5. Newall AT, Wood JG, Oudin N, MacIntyre CR. Cost-effectiveness of pharmaceutical-based pandemic influenza mitigation strategies. Emerg Infect Dis 2010; 16:224–230.
6. Durbin A, Corallo AN, Wibisono TG et al. A cost effectiveness analysis of the H1N1 vaccine strategy for Ontario, Canada. J Infect Dis Immun 2011; 3:40–49.
7. Prosser LA, Lavelle TA, Fiore AE et al. Cost-effectiveness of 2009 pandemic influenza A (H1N1) vaccination in the United States. PLoS One 2011; 6:e22308.
8. Sander B, Nizam A, Garrison LP et al. Economic evaluation of influenza pandemic mitigation strategies in the United States using a stochastic microsimulation transmission model. Value Health 2009; 12:226–233.
9. Lugnér AK, Boven Mv, Vries Rd, Postma MJ, Wallinga J. Cost-effectiveness of vaccination against pandemic influenza in European countries: mathematical modelling analysis. BMJ 2012; 12:e4445.
10. Yarmand H. Cost-effectiveness analysis of vaccination and self-isolation in case of an H1N1 outbreak [Dissertation]. Raleigh, NC: North Carolina State University, 2010.
11. Piercy J, Miles A. The Economics of Pandemic Influenza in Switzerland. Bern, Switzerland: Federal Office of Public Health, 2003.
12. Khazeni N, Hutton DW, Garber AM, Owens DK. Effectiveness and cost-effectiveness of expanded antiviral prophylaxis and adjuvanted vaccination strategies for an influenza A (H5N1) pandemic. Ann Intern Med 2009; 151:840–853.
13. Tuite AR, Greer AL, Whelan M et al. Estimated epidemiologic parameters and morbidity associated with pandemic H1N1 influenza. Can Med Assoc J 2010; 182:131–136.
14. CDC Community Mitigation Strategy Team. Interim pre-pandemic planning guidance: community strategy for pandemic influenza mitigation in the United States—early, targeted, layered use of nonpharmaceutical interventions. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention, US Department of Health and Human Services, 2007.
15. Sander B, Bauch C, Fisman DN et al. Is a mass immunization program for pandemic (H1N1) 2009 good value for money? Early evidence from the Canadian experience. PLoS Curr 2009; 1:RRN1137.

16. Perlroth DJ, Glass RJ, Davey VJ et al. Health outcomes and costs of community mitigation strategies for an influenza pandemic in the United States. Clin Infect Dis 2010; 50:165–174.
17. Halder N, Kelso JK, Milne GJ. Cost-effective strategies for mitigating a future influenza pandemic with H1N1 2009 characteristics. PLoS One 2011; 6:e22087.
18. Pershad J, Waters TM. Use of tent for screening during H1N1 pandemic: impact on quality and cost of care. Pediatr Emerg Care 2012; 28:229–235.
19. You JH, Chan ES, Leung MY, Ip M, Lee NL. A cost-effectiveness analysis of "test" versus "treat" patients hospitalized with suspected influenza in Hong Kong. PLoS One 2012; 7:e33123.
20. Araz OM, Damien P, Paltiel DA et al. Simulating school closure policies for cost effective pandemic decision making. BMC Public Health 2012; 12:449.
21. Chocontá-Piraquive LA, Alvis Guzman N, De la Hoz Restrepo F. Cost-effectiveness of vaccinating pregnant women against pandemic influenza in Colombia. Rev Panam Salud Publica 2012; 31:447–453.
22. Gottschalk R, Bellinger O, Stadthagen S et al. Costs of the influenza pandemic for the public health services - calculations based on the model of the metropolitan region Frankfurt am Main. Pneumologie 2011; 65:697–704.
23. Giglio ND, Castellano VE, Ruttimann RW, Vidal GI, Gentile A. Impact on the direct medical cost related to the influenza virus during 2009 in children under 5 years compared to the period 2006-2008 in a pediatric hospital. Arch Argent Pediatr 2012; 110:19–26.
24. Galante M, Garin O, Sicuri E et al. Health services utilization, work absenteeism and costs of pandemic influenza A (H1N1) 2009 in Spain: a multicenter-longitudinal study. PLoS One 2012; 7:e31696.
25. Zarogoulidis P, Glaros D, Kontakiotis T et al. Health costs from hospitalization with H1N1 infection during the 2009–2010 influenza pandemic compared with non-H1N1 respiratory infections. Int J Gen Med 2012; 5:175–182.
26. Monto AS: Vaccines and antiviral drugs in pandemic preparedness. Emerg Infect Dis 2006, 12(1):55-60.
27. WHO strategic action plan for pandemic influenza 2006–2007 [http:/ / www.who.int/ csr/ resources/ publications/ influenza/ WHO_CDS_EPR_GIP_2006_2c.pdf]
28. Global pandemic influenza action plan to increase vaccine supply [http:/ / www.who.int/ csr/ resources/ publications/ influenza/ CDS_EPR_GIP_2006_1.pdf]
29. Emanuel EJ, Wertheimer A: Public health. Who should get influenza vaccine when not all can? Science 2006, 312(5775):854-855.
30. WHO Guidelines on the Use of Vaccines and Antivirals during Influenza Pandemics [http://www.who.int/csr/resources/publications/influenza/11_29_01_A.pdf]
31. Mounier-Jack S, Coker RJ: How prepared is Europe for pandemic influenza? Analysis of national plans. Lancet 2006, 367(9520):1405-1411.
32. Coker R, Mounier-Jack S: Pandemic influenza preparedness in the Asia-Pacific region.Lancet 2006, 368(9538):886-889.
33. Uscher-Pines L: Priority setting for pandemic influenza: An analysis of National Preparedness Plans. PLOS medicine 2006, 3(10):e436-1.
34. Vaccination policies in case of an influenza pandemic. [http://www.gr.nl/pdf.php?ID=160&p=1]

35. Communication from the commission to the Council on transitional prolongation and extension of the mandate of the Health Security Committee in view of a future general revision of the structures dealing with health threats at EU level .COM (2006) 699 final [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2006/com2006_0699en01.pdf]
36. Global Health Security Initiative [http://www.ghsi.ca/english/index.asp] webcite
37. Ferguson NM, Cummings DA, Fraser C, Cajka JC, Cooley PC, Burke DS: Strategies for mitigating an influenza pandemic. Nature 2006, 442(7101):448-452.
38. Germann TC, Kadau K, Longini IM Jr, Macken CA: Mitigation strategies for pandemic influenza in the United States. Proc Natl Acad Sci USA 2006, 103(15):5935-5940.
39. Longini IM Jr, Halloran ME, Nizam A, Yang Y: Containing pandemic influenza with antiviral agents. Am J Epidemiol 2004, 159(7):623-633.
40. Meltzer MI, Cox NJ, Fukuda K: The economic impact of pandemic influenza in the United States: priorities for intervention. Emerg Infect Dis 1999, 5(5):659-671.
41. Ethics of Public Health Measures in Response to Pandemic Influenza [http://www.who.int/eth/ethics/PI_Ethics_draft_paper_WG2_6_Oct_06.pdf]
42. Meltzer MI, Patel A, Ajao A, Nystrom SV, Koonin LM.Estimates of the demand for mechanical ventilation in the United States during an influenza pandemic. Clin Infect Dis. 2015 May 1;60 Suppl 1:S52-7.

3.5. *Industrijske nesreće*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena je ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.5.1. OPIS SCENARIJA

3.5.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Industrijske nesreće na području postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad (OFIG) operatera INA - INDUSTRIJA NAFTE, d.d.
Grupa rizika:
Tehničko-tehnološke nesreće s opasnim tvarima
Rizik:
Industrijske nesreće
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
Glavni nositelji:
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
Glavni izvršitelj:
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike i Ministarstvo unutarnjih poslova

3.5.1.2. *Uvod*

Pojam rizika po okoliš i sprječavanje velikih nesreća koje uključuju opasne tvari definirani su Zakonom o zaštiti okoliša („Narodne novine“, br. 80/13, 153/13 - Zakon o gradnji, 78/15 i 12/18) u daljnjem tekstu: Zakon). i Uredbom o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari („Narodne novine“, br. 44/14, 31/17 i 45/17 - Ispravak u daljnjem tekstu: Uredba), a isti propisi u pravni poredak Republike Hrvatske transponiraju Direktivu Vijeća 2012/18/EU od 4. srpnja 2012. o kontroli opasnosti od velikih nesreća koje uključuju opasne tvari, o izmjeni i kasnijem stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 96/82/EZ (Tekst značajan za EGP) (SL L 197, 24. 7. 2012.).

U postrojenju Objekti frakcionacije Ivanić Grad operatera INA – Industrija nafte, d.d. obrađuje se ulazni prirodni plin doveden kolektorom s naftnih i plinsko kondenzatnih polja Posavine i razdvaja C_{3+} frakcija dopremljena s Objekata prerade plina Molve. Prirodni plin se pothlađuje i ukapljuje. Ukapljeni se ugljikovodici frakcionacijom razdvajaju na čiste komponente: propan, n-butan, izobutan, izopentan i stabilizirani prirodni benzin.

Najvjerojatniji događaj

Scenarij koji je prepoznat kao najvjerojatniji događaj na lokaciji vagon-punilišta je eksplozija i zapaljenje oblaka para propana uslijed propuštanja prilikom punjenja vagon cisterni i uz prisustvo inicijatora.

Na vagon-punilištu postoje tri utakačke ruke od kojih su dvije za propan butan smjesu tj. ukapljeni naftni plin (UNP), propan, pročišćeni propan, butan, i-butan i n-butan, a jedna za i-pentan. Među navedenim opasnim tvarima propan je zbog fizikalno-kemijskih karakteristika prepoznat kao najopasniji zbog čega je upravo taj medij predmet detaljne analize kroz najvjerojatniji slučaj.

Najgori mogući događaj

Scenarij koji je prepoznat kao događaj s najgorim mogućim posljedicama je ispuštanje propana iz jednog spremnika (200 m^3) na lokaciji rezervoarskog prostora propana te ispuštanje čitave količine propana.

Tablica 6.5.-1. – Fizikalno-kemijske karakteristike propana

Naziv tvari	**PROPAN**
Oblik	Plin, pod tlakom tekućina
Boja	Bezbojan
Miris	Blag i prepoznatljiv
Vrelište/područje vrenja:	- 42°C
Plamište	< - 104°C
Granice eksplozivnosti	vol% 2,4 – 9,5
Tlak para	1370 kPa najviše
Gustoća ukapljene faze na 15°C	507 kg/m^3
Topljivost (uz naznaku otapala)	Topljiv u eteru, etanolu, kloroformu
Talište/područje taljenja	- 189,7°C
Temperatura samozapaljenja	>400°C

Skladišteni propan je ukapljeni naftni plin. Plin propan je zagušljivac bez boje i mirisa. Vrlo je lako zapaljiv i eksplozivan. U slučaju izlijevanja oslobođena tekućina vrlo brzo prelazi u plinovito stanje i sa zrakom stvara eksplozivnu smjesu. Teži je od zraka te se može proširiti kanalima, drenažnim sustavima, podrumima i sličnim mjestima dalje od mjesta nesreće i uzrokovati eksploziju i požar. Iz nastalog događaja može se domino efektom proširiti na sljedeća skladišta i kompletnu infrastrukturu postrojenja.

Način skladištenja/manipulacije medijem

Propan

Način manipulacije na lokaciji vagon-punilišta:

- uskladišteni medij se u vagon-cisterne puni pomoću utakačkih ruku preko mjernih linija. Mjerna linija sastoji se od masenog mjerila protoka, pripadajućeg transmitera, integratora

protoka, kontrolera punjenja i pripadajućeg ventila kojim se vrši upuštanje i zaustavljanje punjenja izabranog medija u četiri faze radi eliminacije hidrauličkih udara

- vagon-punilište služi za punjenje vagon-cisterni tekućim propanom, butanom, UNP-om i pentanom. Na vagon-punilištu postoje tri utakačke ruke od kojih su dvije za UNP, propan, pročišćeni propan, butan, i-butan i n-butan, a jedna za i i-pentan. Za odabir medija za punjenje služe blokadni ventili na kolektoru cjevovoda pojedine utakačke ruke. Moguće je maksimalno punjenje 2 vagon-cisterne u isto vrijeme, vagon-cisterne za ukapljene plinove nemaju instalirane dišne ventile, zapremine su cca 110 m3 i pune se sa strane.

Propan se skladišti u 9 nadzemnih spremnika kapaciteta 200 m^3 svaki:

Spremnici za UNP propan (V-901 D-L)

- horizontalni tlačni spremnici dimenzija (Φ *x* L) 3 333 mm x 22 100 mm s nepropusnom betonskom tankvanom (zaštitni bazen) s ventilom za kontrolirani ispust, opremljeni volumetrom i uronjivim plovkom, termometrom i manometrom te sigurnosnim ventilima (2 komada po spremniku). Spremnici se nalaze u zoni skladištenja gotovih proizvoda (zona 900) tj. skladištu izdvojenih tekućih ugljika koje se nalazi uz južnu ogradu područja postrojenja.

3.5.1.3. Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu

X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.5.1.4. Kontekst

Stanovništvo, društvo, administracija i upravljanje

Grad Ivanić Grad je po Popisu stanovništva 2011. godine na površini od 173,57 km2 imao 14.548 stanovnika, što predstavlja 4,58% od ukupnog broja stanovnika Zagrebačke županije, odnosno 0,34% od ukupnog broja stanovnika Hrvatske. Gustoća naseljenosti u Ivanić-Gradu je 83,81 stanovnika/km^2.

Funkcioniranje elemenata kritične infrastrukture [1]

Proizvodnja i distribucija električne energije

Na području Grada Ivanić-Grada opskrbu električnom energijom obavlja DP „Elektra-Križ“, koja opskrbljuje i općinu Križ, Kloštar Ivanić i Dubravu. Napajanje se vrši iz jednog objekta elektroenergetske mreže TS 110/35 KW Ivanić-1 s instaliranom snagom 20+42MW. Od TS 110/35 KW do potrošača električna energija se razvodi preko pripadajućih dalekovoda i TS 35/10 kv. Kod prijenosa snage i napajanja (10/04 kV i 0,4 kV) ima dosta poteškoća i to prvenstveno na područjima manjih naselja gdje zbog zastarjelosti i preopterećenosti niskonaponske 0,4 kV mreže (nedovoljan broj trafostanica i veća dužina strujnih krugova, starost mreže, povećani gubici i dr.) nije moguće postići potrebnu razinu kvantitete elektroopskrbe postojećeg stanovništva i gospodarskih subjekata.

Opskrba vodom i odvodnja

Područje Grada Ivanić-Grada opskrbljuje se vodom iz crpilišta tvrtke INA „Prerovec“ koje je locirano neposredno uz rijeku Savu kod sela Prerovec. Vodoopskrbni sustav, kao javna vodovodna mreža, je dobro razvijen i pokriva sva naselja na području Grada Ivanić-Grada te zadovoljava po kapacitetu, ali ne i po kvaliteti. Na području Grada postoje 2.026 bunara u vlasništvu građana i 12 javnih bunara koji mogu poslužiti kao alternativni izvori pitke vode u slučaju prekida vodoopskrbe.

Odvodnja otpadnih voda predstavlja značajan problem komunalne opremljenosti prostora, pritom je javni gradski kanalizacijski sustav izgrađen uglavnom na području glavnog središnjeg naselja Ivanić-Grada, kao mješoviti sustav putem kojeg se otpadne vode naselja i industrije dovode do središnjeg uređaja za pročišćavanje. Kako je kanalizacijskom mrežom obuhvaćen samo Ivanić-Grad s užom okolicom, stanovništvo na ostalom području za otpadne vode koristi sabirne septičke (a često i otvoreni ulični jarci), što vrlo negativno utječe na komunalni, sanitarni i zdravstveni standard stanovništva.

Javno zdravstvo

Poslove javnog zdravstva provodi Zavod za javno zdravstvo Zagrebačke županije, Područna higijensko-epidemiološka ispostava Ivanić-Grad u Domu zdravlja Ivanić-Grad u kojem ima 7 ambulanti opće medicine. Dodatni zdravstveni kapaciteti su hitna služba s 4 tima HMP, sanitetski prijevoz, patronaža, 4 ljekarne i specijalna bolnica za kožne i reumatske bolesti „Naftalan“.

Energetika

Na području Grada postoje eksploatacijski i prijenosni sustavi nafte i plina. Posebnim produktovodima vode se energetski visokovrijedni ugljikovodici. Plinoopskrbna mreža obuhvaća sva naselja što uzrokuje višu razinu energetskog standarda u sektoru stanovništva i gospodarstva. Također, postoje 2 magistralna naftovoda u dužini od 6 i 3 km.

Telekomunikacije

Postoje sustavi javnih komunikacija u nepokretnoj i pokretnoj mreži te sustavi radiokomunikacija. Sustav telekomunikacija je realiziran preko postojeće mjesne centrale Ivanić-Grad i njezinih udaljenih pretplatničkih stupnjeva u 8 naselja. Postoje još i poštanski uredi te mobilna telefonska mreža svih operatera prisutnih u Republici Hrvatskoj.

Promet

Središnjim područjem Grada prolazi autocesta A3 i državna cesta regionalnog značaja D43, a preostala prometna cestovna infrastruktura ima prvenstveno županijski značaj. Na autoputu su izgrađeni mostovi i nadvožnjaci. Također, postoje mostovi preko rijeke Lonje te preko drugih vodotokova. Sjevernim dijelom prolazi glavni državni željeznički pravac između središnjeg i istočnog dijela RH, a željeznički kolodvori se nalaze u Ivanić-Gradu i Deanovcu. Nadvožnjak je izgrađen preko magistralne željeznićke pruge MG 2.1.

Zone poljoprivredne proizvodnje

Postoje kvalitetni prirodni resursi zastupljeni kroz postojeće poljoprivredno i šumsko zemljište. Šumsko zemljište (gospodarske šume) je površine oko 4.264,86 ha (25% površine Grada), a poljoprivredno zemljište zauzima 9.956 ha (57% površine Grada). Uređene oraničke površine u društvenom sektoru predstavljaju s 4.166,90 ha važan poljoprivredni resurs županije. Jedan dio poljoprivrednih površina je zapušten (livade, pašnjaci, nisko raslinje).

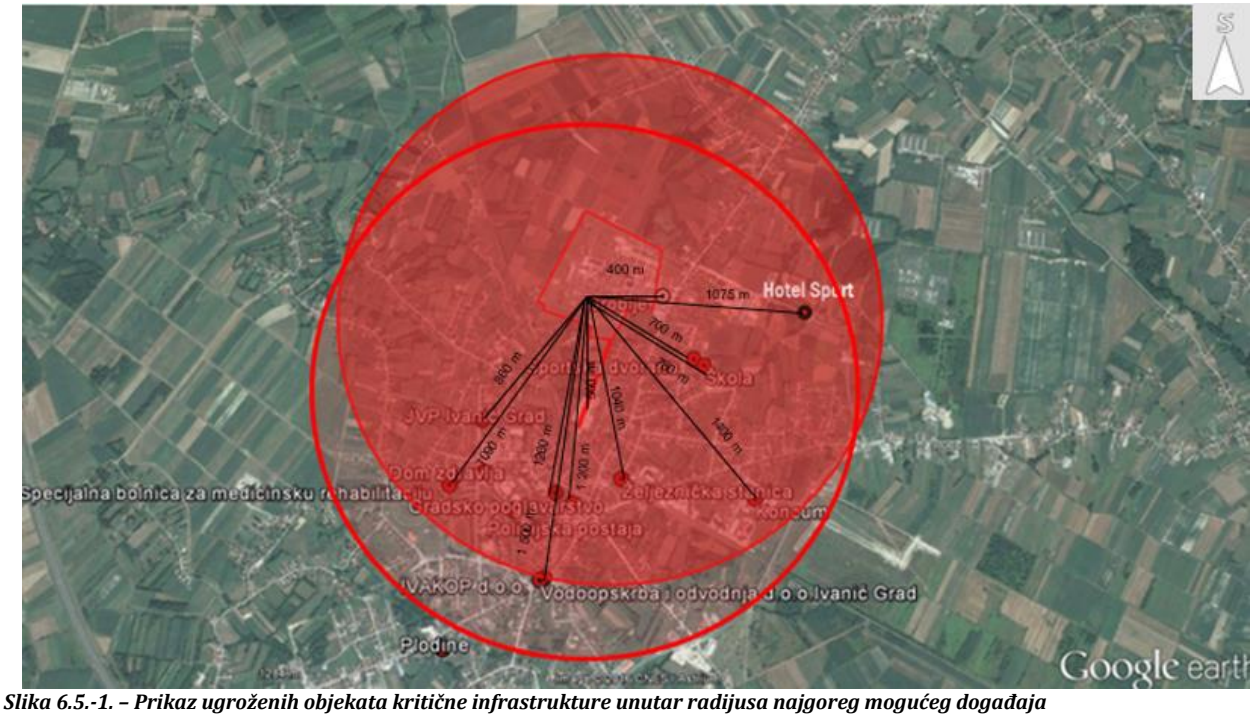
Industrijske i druge gospodarske zone i objekti

Na 146,82 ha prostiru se 4 gospodarske zone sa značajnim gospodarskim objektima koje daju ovom području poseban urbani i gospodarski značaj u okvirima istočnog dijela Zagrebačke županije.

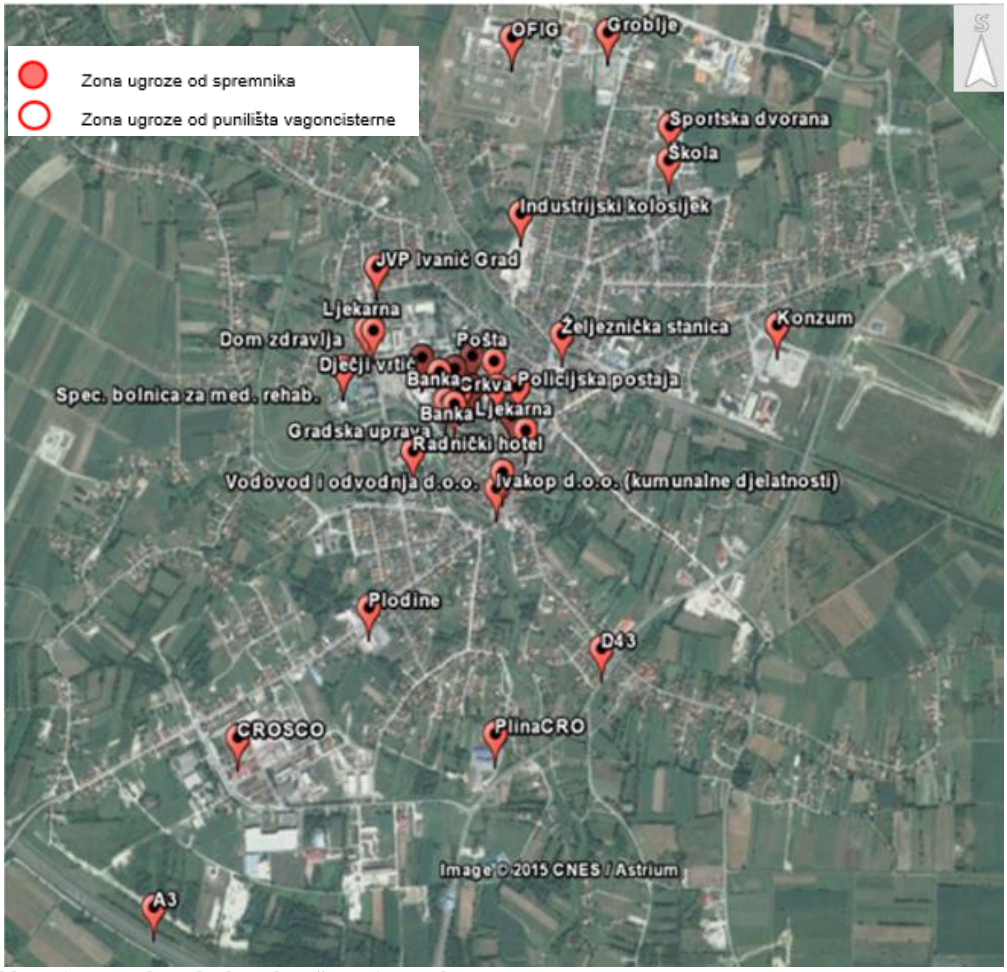
Fizički, klimatološki, geografski, demografski, ekonomski i politički uvjeti

Fizički uvjeti

Područje postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad operatera INA-INDUSTRIJA NAFTE, d.d. nalazi se na adresi Alojza Vulinca 129 (na sjevernom dijelu gradskog područja Ivanić Grada oko 1.000 m od središta Grada). Postrojenje zauzima prostor od 30 hektara zemljišta i sastavni je dio tehnološkog niza postrojenja CPS Molve – Etan – Etilen – PSP Okoli. Ograda na zapadnoj i istočnoj strani proteže se duljinom od cca 600 m, dok je na sjevernoj i južnoj strani nešto kraća cca 500 m. Krug postrojenja na južnoj strani graniči s izgrađenom stambenom zonom Žeravinec smještenom između industrijskog kolosijeka (koji ulazi u krug postrojenja) i glavne željezničke pruge Zagreb - Tovarnik, koja u smjeru sjeverozapad jugoistok prolazi ovim područjem, približavaju i se najbliže krugu na njegovom jugozapadnom dijelu (cca 100 m). Na istočnom dijelu kruga nalazi se također izgrađena zona, mjesno groblje, kao i cesta Ivanić Grad - Kloštar Ivanić. S ove strane nalazi se i glavni ulaz u postrojenje. Sa sjeverne strane smještena su dva manja ribnjaka i poljoprivredno zemljište. Uz sjeverni rub prolazi cesta do sporednog ulaza u postrojenje. Sa zapadne strane nalazi se poljoprivredno zemljište.



Slika 6.5.-1. – Prikaz ugroženih objekata kritične infrastrukture unutar radijusa najgoreg mogućeg događaja



Slika 6.5.-2. – Prikaz objekata kritične infrastrukture

Klimatološki uvjeti

Umjerena kontinentalna klima s toplim ljetima i umjereno hladnim zimama, povremeno sa snježnim padalinama. Najviše padalina ima u kasno proljeće, rano ljeto i jesen, a najmanje u zimi i u rano proljeće. Nema izrazito sušnih niti vlažnih razdoblja, a godišnja količina padalina smanjuje se od zapada prema istoku. Meteorološki parametri korišteni u ovoj procjeni dobiveni su od DHMZ. Podaci se odnose na meteorološku postaju Čazma (najbliža meteorološka postaja Ivanić Gradu, smještena na udaljenosti od 20-tak km u pravcu sjeveroistoka), ali se zbog konfiguracije terena mogu smatrati relevantnim i za Ivanić Grad. Podaci predstavljaju rezultat 20-godišnjeg (od 1981. do 2000. godine) praćenja vremenskih prilika na navedenoj meteorološkoj postaji i podrazumijevaju pregled mjesečnih i godišnjih srednjih vrijednosti temperature zraka, relativne vlažnosti zraka, smjera, brzine i učestalosti vjetra, te učestalosti pojedine klase atmosferske stabilnosti. Maksimalne godišnje temperature zraka na meteorološkoj postaji Čazma u 20-godišnjem razdoblju kretale su se u rasponu od 30,4°C (1995. god) do 35,9°C (1993. god), dok su minimalne temperature varirale u rasponu od -8,0°C (1990.) do -22,3°C (1985.). Srednje godišnje temperature kretale su se pak u rasponu od 9,6°C (1992.) do 13,0°C (2000.), što za ukupnu srednju vrijednost daje iznos od 10,9°C. Relativna vlažnost zraka u prethodno navedenom 20-godišnjem razdoblju mjerena je u tri dnevna intervala (7:00 h, 14:00 h i 21:00 h). Srednje vrijednosti na taj način mjerene relativne vlažnosti kretale su se u rasponu od 80% (1993., 1994. i 2000.) do 94% (1989.) pa ukupna srednja vrijednost iznosi 87%. Smjerovi, brzine i učestalosti pojedinih vjetrova na meteorološkoj postaji Čazma. Mjerenja su obavljana u tri dnevna diskretna intervala (7:00, 14:00 i 21:00 h). Izračunata je srednja brzina i relativna učestalost vjetra za 16 smjerova iz kojih puše. Može se uočiti da su na promatranom području najzastupljeniji sjeveroistočni (23,0%) i jugozapadni vjetrovi (24,5%). Razdoblja bez vjetra je relativno malo (0,8%). Srednje brzine vjetrova iz pojedinih smjerova bitno se ne razlikuju (sve su brzine u rasponu od 4,5 do 5,2 m/s). Uzme li se u obzir relativna učestalost, ukupna srednja brzina vjetra iznosi 4,9 m/s.

Slika 6.5.-3. – Položaj Ivanić Grada

Geografski uvjeti

Prema svom prostornom položaju u granicama Zagrebačke županije Grad Ivanić Grad zauzima područje njezinog jugoistočnog dijela, pri čemu svojim južnim rubom graniči sa Sisačko-moslavačkom županijom, a manjim dijelom sjeveroistočne granice prislanja se uz Bjelovarsko-bilogorsku županiju. Grad Ivanić Grad obuhvaća orijentacijsko područje dimenzija prosječne dužine u smjeru sjever-jug od oko 25,5 km, te prosječne širine u smjeru istok-zapad od 12,0 km (srednji dio), do max. 21,0 km (sjeverni dio). Ukupna površina iznosi 173,57 km^2 (17.357 ha). Grad se smjestio uz rijeku Lonju, u Moslavini, na 103 metara nadmorske visine, uz magistralnu prometnicu (autocestu D-4) Zagreb - Lipovac, državnu cestu (D-43) Bjelovar - Ivanić Grad, te regionalnu prometnicu i željezničku

prometnicu Zagreb - Vinkovci. Predstavlja područje veće površine s prosječnom naseljenosti. Na ovom području locirani su značajni razvojni potencijali izraženi kroz postojeće prirodne karakteristike u okviru poljoprivrednog - šumskog zemljišta, eksploatacijskih područja nafte i plina te zatečene proizvodno-gospodarske resurse.

Demografski uvjeti [2]

Ivanić-Grad na površini od 173,57 km^2 ima 14.548 stanovnika, što predstavlja 4,58% od ukupnog broja stanovnika Zagrebačke županije, odnosno 0,34% od ukupnog broja stanovnika Hrvatske. Gustoća naseljenosti u Ivanić-Gradu je 83,8 stanovnika/km^2. Područje Grada Ivanić Grada kao prostora lokalne samouprave sastoji se od 22 naselja i to:

Caginec, Deanovec, Derežani, Donji Šarampov, Graberje Ivanićko, Greda Breška, Ivanić-Grad, Jalševec Breški, Lepšić, Lijevi Dubrovčak, Opatinec, Posavski Bregi, Prečno, Prerovec, Prkos Ivanićki, Tarno, Topolje, Trebovec, Šemovec Breški, Šumečani, Zaklepica i Zelina Breška.

Postrojenje Objekti frakcionacije Ivanić-Grad nalazi se na sjevernom dijelu gradskog područja Ivanić-Grada oko 1.000 m od središta Grada.

Broj stanovnika po naseljima koja bi mogla biti zahvaćena navedenim scenarijima:
Opatinec, 321; Jalšovec Briški, 669; Donji Šarampov,656 i Ivanić-Grad, 9.379.

Tablica 6.5.-3. – Broj stanovnika ostalih naselja područja Ivanić-Grada

Naselje	Broj stanovnika
Čaginec	555
Deanovec	536
Derežani	246
Graberje Ivanićko	664
Greda Breška	156
Lepšić	46
Lijevi Dubrovčak	351
Posavski Bregi	816
Prečno	98
Prerovec	98
Šemovec Breški	85
Šumećani	494
Tarno	57
Topolje	112
Trebovec	347
Zaklepica	88
Zelina Breška	99

(Plan zaštite i spašavanja Grada Ivanić Grada iz ožujka 2014. godine)

Ekonomski uvjeti

Prema raspoloživim informacijama u Gradu posluje 291 poduzeće u različitim trgovačko-pravnim oblicima. Tradicionalno dominira primarni sektor rudarstva/eksploatacije rudnih bogatstva u konkretnom slučaju nafte i plina sa gotovo 29,4% ukupno zaposlenih. Pored sektora rudarstva, građevinski sektor također zapošljava veliki broj radnika. Prerađivačka industrija sa 567 zaposlenih zauzima treće mjesto po broju zaposlenih i jedna je od budućih okosnica razvoja malog i srednjeg poduzetništva na području Grada

Tablica 6.5.-4. – Struktura zaposlenih u poduzećima po djelatnostima

Djelatnost	Udio zaposlenih
Rudarstvo	29,4%
Građevinarstvo	20,5%
Prerađivačka industrija	11,5%
Trgovina na veliko i malo	7,0%
Ostali sektori	31,6%

Izvor: Strategija ekonomskog razvoja Grada Ivanić Grada za razdoblje 2014. do 2020. (prosinac, 2014.), T&MC Group; FINA

Osim dominantnog udjela malog i srednjeg poduzetništva, procjenjuje se da obrti (mikro poduzetnici) i obiteljska poljoprivredna gospodarstva (OPG) zauzimaju između 15-20% gospodarskih aktivnosti. Na području Grada posluje ukupno 196 obrta te oko 900 OPG-a.

Tablica 6.5.-5. – Struktura obrta (mikro poduzetnika) po djelatnostima

Djelatnost	Udio obrta
Ugostiteljstvo	35%
Obrtnički radovi i usluge	30%
Trgovina i usluge	25%
Ostale usluge	10%

Izvor: Strategija ekonomskog razvoja Grada Ivanić Grada za razdoblje 2014. do 2020. (prosinac, 2014.), T&MC Group; FINA

Poduzetnička zona Grada podijeljena na tri dijela: južnu zonu (136 ha površine), istočnu zonu (304 ha površine) i sjevernu zonu (114 ha površine). Smještena je uz rubne dijelove Grada. Prostire se uz sam ulaz na autocestu Bregana – Zagreb – Lipovac (E-70, hrvatska oznaka pravca A3). Od Zagreba je udaljena 45 km, od državne granice s Republikom Slovenijom 75 km, s Republikom Mađarskom 125 km, a od granice s Republikom Srbijom 220 km. Međunarodna željeznička pruga M103, smjer Ljubljana – Zagreb – Beograd, prolazi između 2 dijela poduzetničke zone. Na području poduzetničke zone planira se projekt poduzetničkog inkubatora. Cilj ovoga projekta je potaknuti samozapošljavanje, tj. pokretanje mikro, malih i srednjih poduzeća.

Politički uvjeti

Ostvarivanje dugoročne vizije ekonomskog razvoja Grada i ostvarivanje strateških prioriteta temelji se na fokusiranju razvojnih politika koje će Grad voditi u okvirima svojih zakonskih nadležnosti, kao i pripremom i realizacijom razvojnih projekata u kojima će Grad biti investitor ili partner privatnim investitorima. Razvojne politike Grada će se fokusirati na slijedeća područja:

- unapređivanje poslovnog okruženja, poduzetništva i poduzetničke kulture,
- poticanje obrazovnih, kulturnih i kreativnih djelatnosti,
- poticanje ulaganja u modernu komunalnu infrastrukturu i usluge,
- poticanje ulaganja u obrazovnu, sportsku i kulturnu infrastrukturu.

3.5.1.5. Uzrok

Uzrokom opasnosti smatra se događaj, poremećaj u procesu ili pak propust djelatnika, a uslijed kojih se može osloboditi opasna tvar ili tvari koje mogu uzrokovati opasnost, te može doći do povezivanja u uzročno-posljedični lanac događaja koji, iako svaki sam za sebe ne predstavljaju dovoljan uzrok ugrožavanja, uslijed pretpostavljenog povezivanja događaja predstavljaju realnu opasnost. Na osnovu analize postojećeg stanja utvrđeni su mogući uzroci iznenadnog događaja prikazani tablicom 6.5.-6.

Tablica 6.5.-6. – Mogući uzroci unutar skupine

Skupina uzroka	Mogući uzroci unutar skupine
Ljudski faktor	Nepažnja prilikom dopreme opasnih tvari, pretakanja i sl.
	Nepridržavanje uputa i nepažnja prilikom održavanja postrojenja.
	Rukovanje instalacijama i uređajima na tehnički nedopušten način.
Poremećaji tehnološkog procesa	Procesni ili drugi poremećaji prateće i sigurnosne opreme spremnika (električna oprema, sigurnosni ventili, odušci, cjevovodi, i sl.)
	Zamor/nekompatibilnost materijala, korozija
	Kvarovi većeg opsega na postrojenju i kvarovi opreme za pretovar.
Prirodne nepogode jačeg intenziteta	Požar
	Potres
	Olujno i orkansko nevrijeme
	Poledica
	Erozija tla/odron
	Munja/elektrostatski izboj
	Temperatura (visoka ili niska)
Namjerno razaranje	Organizirani kriminal, terorizam, sabotaže, psihički nestabilne osobe

Za najvjerojatniji mogući iznenadni događaj uzrok može biti ljudski faktor, poremećaji tehnološkog procesa i prirodne nepogode jačeg intenziteta, a za najgori mogući slučaj uzrok može biti namjerno razaranje.

Razvoj događaja koji prethode katastrofi

Scenarij brzo ispuštanje/odgođeno zapaljenje uslijed namjernog razaranja. Uslijed kvara, ljudske pogreške ili prirodne nepogode dolazi do brzog ispuštanja zapaljive tvari. Tvari kojima je temperatura

ključanja viša od temperature okoline, isparavaju sporije, prethodno formirajući lokvu na tlu te nastaje oblak pare koji se širi atmosferom.

Okidač koji je uzrokovao katastrofu
Nailaskom na izvor zapaljenja oblak se pali i izgara.

Događaj – potpunost i vjerojatnost/dosljednost i logičnost
Zbog ograničenja broja proračuna koje je potrebno provesti u okviru procjene rizika usvojena je pretpostavka o jedinstvenom mjestu ispuštanja. Zamišljena pozicija jedinstvenog mjesta ispuštanja podudara se s pozicijom centra mase analiziranih zapaljivih tvari. .

3.5.2. DOGAĐAJ

3.5.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Eksplozija i zapaljenje oblaka para propana uslijed ispuštanja maksimalne količine prilikom punjenja vagon cisterni na lokaciji vagon punilišta područja postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad operatera INA - INDUSTRIJA NAFTE, d.d

Obrađen je slučaj eksplozije i zapaljenja oblaka para propana uslijed ispuštanja prilikom punjenja vagon cisterne na lokaciji vagon-punilišta - simulacija istjecanja iz spremnika kapaciteta 110 m^3 kroz otvor veličine 30 cm.

Uslijed kvara, ljudske pogreške ili prirodne nepogode dolazi do brzog ispuštanja zapaljive tvari. Ona naglo isparava i formira oblak pare. Miješanjem s okolnim zrakom stvara se zapaljiva smjesa. Oblak zahvaća izvor zapaljenja i dolazi do eksplozije.

Modeliranje disperzije oblaka zapaljivih/eksplozivnih para opasnih tvari napravljeno je primjenom računalnog programa SLAB View (4.0.0.) – *Emergency Release Dense Gas Model* odobrenog od strane Američke agencije za zaštitu okoliša (*US EPA*). Korišteni računalni model prati disperziju oblaka do trenutka kada završi ispuštanje na samom mjestu incidenta, a zatim njegovo kretanje u prostoru do zadanih granica.

Eksplozija para propana:
Događaj koji pretpostavlja ispuštanje ukupne količine opasnog medija iz spremnika kroz otvor na spremniku veličine 30 cm i nastanak eksplozije unutar zone u kojoj je sukladno prethodnim analizama koncentracija para veća od donje granice eksplozivnosti (LEL=21000 ppm) uz prisutnost inicijatora.

Zapaljenje para propana:
Događaj koji pretpostavlja ispuštanje manjeukupne količine propana kroz otvor na spremniku veličine 30 cm i nastanak požara unutar zone u kojoj je sukladno prethodnim analizama koncentracija para propana veća od donje granice eksplozivnosti (LEL=21.000 ppm) uz prisutnost inicijatora.

Opis scenarija:
Nesreća uslijed koje je došlo do ispuštanja 55 770 kg propana iz vagon-cisterne volumena 110 m^3 te nastanak eksplozije potaknute izvorom paljenja vagon-cisterna propana (koordinate vagon-cisterni: S: 45°42'55,29'' I: 16°23'46,53'').

Tablica 6.5.-7. – Svojstva propana

Naziv medija	Propan
Molekularna masa	44,1 g/mol
DGE	21.000 ppm
50% DGE	10.500 ppm
10% DGE	2.100 ppm
Točka ključanja na okolišnoj temperaturi	-42,2°C
Koncentracija zasićenja pri okolišnoj temperaturi	1.000.000 ppm ili 100%

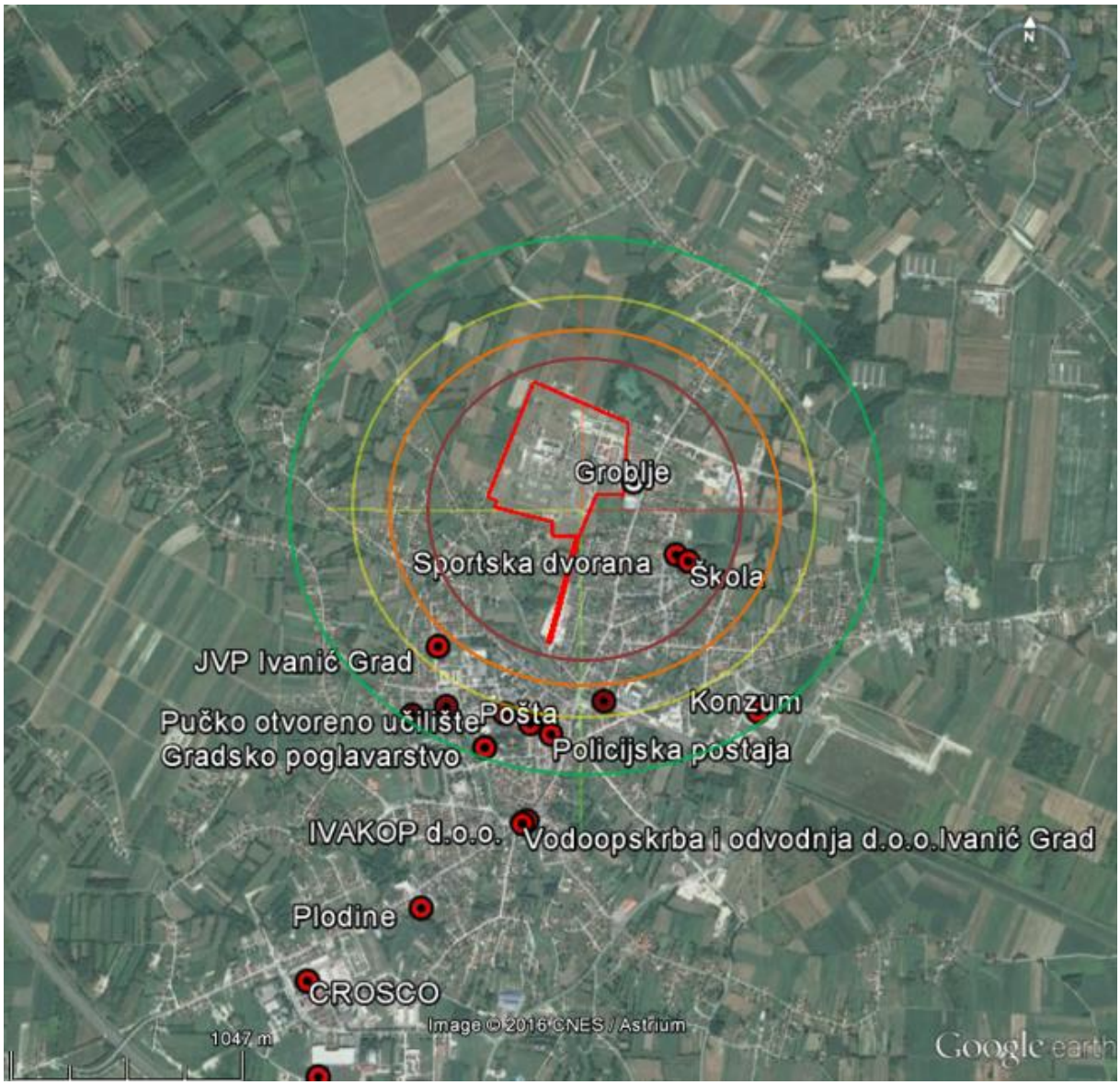
Tablica 6.5.-8. – Atmosferski podaci

Vjetar		1,5 m/s (na visini od 3m)	
Tip podloge	Otvorena površina	Naoblaka	Djelomična
Temperatura zraka:	25 ℃	Klasa stabilnosti	D
Relativna vlažnost	50 %		

Zone u slučaju eksplozije

Tablica 6.5.-9. – Zone utjecaja u slučaju eksplozije

Zona ugroženosti	
Model ugroženosti:	nadtlak nastao od eksplozije tlaka para, eksplozija je potaknuta iskrom ili plamenom
Crvena:	765 m (0,3 bar = visoka smrtnost)
Narančasta:	803 m (0,14 bar = smrtnost)
Žuta:	914 m (0,07 bar = trajne posljedice)
Zelena:	1 200 m (0,03 bar = privremene posljedice)



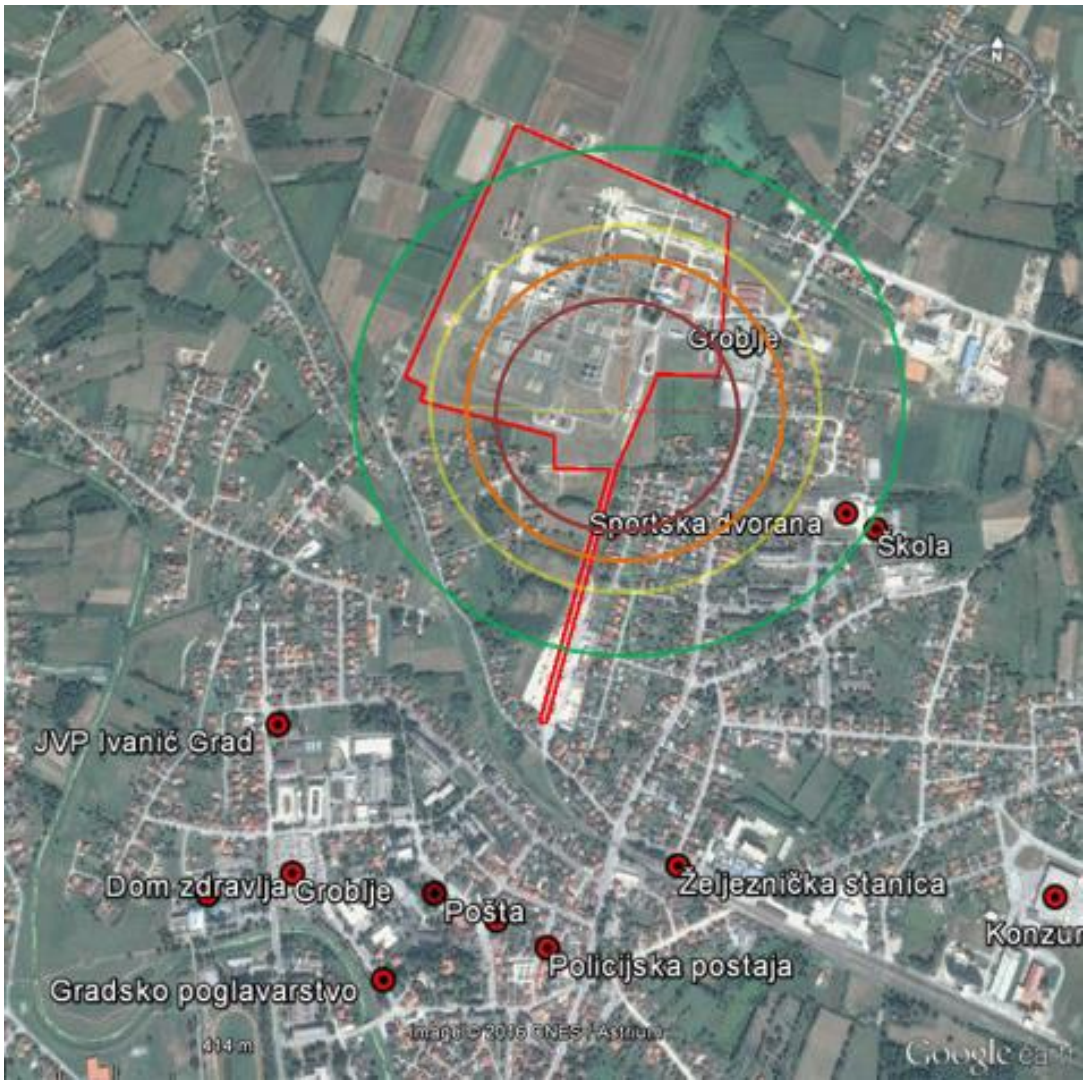
Slika 6.5.-4 Zone utjecaja u slučaju eksplozije

Zone u slučaju požara

U slučaju zapaljenja oblaka pare najznačajniji su izravni utjecaji toplinskog zračenja. U procjenama rizika uobičajeno se pretpostavlja da će svaki pojedinac na otvorenom prostoru koji se nađe unutar oblaka u trenutku zapaljenja potpuno sigurno smrtno stradati. Također, zbog sekundarnih požara izazvanih zapaljenjem oblaka, velika je vjerojatnost stradavanja osoba koje se zateknu unutar stambenih ili drugih objekata i vozila. U ovoj je procjeni pretpostavljeno da vjerojatnost gubitka života iznosi 1 (siguran događaj) za svaku osobu zahvaćenu oblakom pare u trenutku njegovog zapaljenja, bez obzira da li se ona nalazila na otvorenom prostoru ili u zatvorenoj sredini. U zoni smrtnosti vjerojatnost gubitka života iznosi 0,01. Za osobe locirane izvan zone smrtnosti pretpostavljano je da ne postoji opasnost gubitka života. To je uobičajena pretpostavka, jer oblaci pare izgaraju vrlo brzo, pa su toplinska zračenja kratkotrajna. Zone utjecaja nalaze se u tablici 6.5.-10.

Tablica 6.5.-10. – Zone utjecaja u slučaju požara

Zona ugroženosti	
Model ugroženosti:	Zapaljivi oblak
Crvena:	217 m (12,5 kW/m^2 = visoka smrtnost)
Narančasta:	307 m (7,0 kW/m^2 = smrtnost)
Žuta:	367 m (5,0 kW/m^2 = trajne posljedice)
Zelena:	476 m (3,0 kW/m^2 = privremene posljedice)



Slika 6.5.1-5 Zone utjecaja u slučaju požara

3.5.2.1.1. POSLJEDICE

Prema opisu lokacije u bližoj okolici Objekata frakcionacije Ivanić Grad najvećim se dijelom nalaze poljoprivredne površine te obiteljske kuće i gospodarstva. Stoga se s aspekta materijalnih šteta potencijalnih nesreća mogu razmatrati štete na nepokretnoj i pokretnoj imovini, odnosno na kućama, osobnim vozilima, poljoprivrednoj mehanizaciji, poljoprivrednim kulturama, i dr. U ovoj je procjeni rizik od materijalnih šteta iskazan kao vjerojatnost ozbiljnog oštećenja stambenih objekata, jer je upravo ta vrsta rizika smatrana najznačajnijom. U pravilu, stambeni objekti predstavljaju veću vrijednost od osobnih vozila ili poljoprivredne mehanizacije, a uz to su bitno osjetljiviji na utjecaje eksplozije. Pod "ozbiljno oštećenim objektom" podrazumijeva se onaj koji više nije podoban (siguran) za stanovanje, a njegova sanacija je neisplativa. Prilikom procjene vjerojatnosti oštećenja stambenih objekata pretpostavljeno je da bi svaki objekt koji se nađe zahvaćen oblakom pare u trenutku njegovog zapaljenja pretrpio oštećenja koja se mogu smatrati ozbiljnima.

Provođenjem niza preliminarnih procjena došlo se do sljedećih zaključaka:

1. za procjenu rizika za stanovništvo nastanjeno na području oko postrojenja najrelevantniji su iznenadni događaji koji uključuju eksploziju
2. doprinos ukupnom riziku za stanovništvo od nesreća na procesnim postrojenjima i objektima za utovar ukapljenih plinova može se smatrati zanemarivim u odnosu na doprinos od nesreća na rezervoarskom prostoru.

Prvi je zaključak proizišao iz analize mogućih učinaka pojedinih vrsta nesreće, pri čemu se uzelo u obzir udaljenosti lokacija ispuštanja zapaljivih tvari od ograde područja postrojenja. Pokazalo se da zapaljenje lokve, pojava mlaznog plamena, eksplozija ekspandirajućih para kipuće tekućine kao i zapaljenje oblaka pare do kojega bi došlo na samom mjestu ispuštanja ne mogu predstavljati značajniji rizik od eksplozije za okolno stanovništvo. Iz toga slijedi da se prema doprinosu ukupnom riziku za stanovništvo značajnijima može smatrati eksplozija oblaka pare na mjestu ispuštanja.

Drugi zaključak zahtijeva nešto detaljnije obrazloženje. Općenito se može reći da u slučaju ispuštanja zapaljive tvari u okoliš može ali i ne mora doći do njenog zapaljenja. Ako do zapaljenja dođe, ono se može dogoditi odmah nakon ispuštanja ili s većim ili manjim zakašnjenjem. Do zapaljenja može doći samo ako smjesa zapaljive tvari i zraka, i to takva da se koncentracija zapaljive tvari nalazi između donje i gornje granice zapaljivosti, dođe u kontakt sa izvorom zapaljenja. Zbog toga se pregled i karakterizacija potencijalnih izvora zapaljenja u tehnološkom sustavu i u njegovoj bližoj ili daljoj okolici ubrajaju u osnovne aktivnosti unutar identifikacije opasnosti.

Vjerojatnost zapaljenja može se modelirati kao funkcija dva faktora. Prvi faktor, koji se naziva i faktorom prisutnosti izvora, upućuje na to koliko je često izvor zapaljenja aktivan. Izvor može biti aktivan konstantno (npr. baklja), a može biti aktivan samo unutar kraćih vremenskih intervala (npr. prolazak vozila). Drugi faktor pod nazivom faktor jakosti izvora predstavlja vjerojatnost da će izvor zaista izazvati zapaljenje smjese. Odrediti faktor jakosti nije jednostavno, jer on ovisi o minimalnoj energiji potrebnoj za zapaljenje ispuštene tvari i toplinskoj energiji samog izvora.

Tablica 6.5.-12. – Približna udaljenost objekata na području Ivanić-Grada od spremnika propana

Objekt	Približna udaljenost od spremnika butana
Gradska uprava	1.260 m
Groblje	400 m
Crkva	1.220 m
Sportska dvorana	700 m
Osnovna škola (uz dvoranu)	760 m
Srednja škola (centar)	1.100 m
Osnovna škola (centar)	1.130 m
Dječji vrtić	1.140 m
Motel	1.280 m
Radnički hotel	1.450 m
Industrijski kolosijek	560 m
Željeznička stanica	1.040 m
JVP Ivanić Grad	860 m
Policijska postaja	1.200 m
Dom zdravlja i Ljekarna	1.090 m
Ljekarna	1.330 m
Specijalna bolnica za medicinsku rehabilitaciju	1.250 m
Pošta	1.100 m
Banka	1.250 m 1.190 m
Vodovod i odvodnja d.o.o.	1.490 m
IVAPLIN d.o.o. (opskrba i distribucija plinom)	1.090 m
IVAKOP d.o.o. (za komunalne djelatnosti)	1.500 m
PLINACRO	2.350 m
CROSCO	2.500 m
Obiteljski radio „Ivanić“	1.195 m
Konzum	1.400 m
Plodine	2.000 m
Hotel Sport	1.075 m

Zone ugroženosti u slučaju eksplozije para propana

Zona visoke smrtnosti (crvena zona) prostire se u radijusu od 765 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća čitavo područje postrojenja OFIG, groblje, sportsku dvoranu, osnovnu školu i stambene objekte (450 stambenih kuća).

Zona smrtnosti (narančasta zona) prostire se u dijelu radijusa od 765 do 803 metra od izvora nesreće. Zona obuhvaća stambene objekte (45 stambenih kuća).

Zona trajnih posljedica (žuta zona) prostire se u dijelu radijusa od 803 do 914 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća VP Ivanić Grad, policijsku postaju, stambene objekte (110 stambenih kuća). Zona privremenih posljedica (zelena zona) prostire se u dijelu radijusa od 914 do 1200 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća Konzum, gradsko poglavarstvo i stambene objekte (180 stambenih kuća).

Zone ugroženosti u slučaju zapaljenja oblaka para propana

Zona visoke smrtnosti (crvena zona) prostire se u radijusu od 217 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća dio područja postrojenja OFIG (spremnički prostor propana, butana, pentana, propan butan smjese, kondenzata i prirodnog benzina) i stambene objekte (50 stambenih kuća). Zona smrtnosti (narančasta zona) prostire se u dijelu radijusa od 217 do 307 metra od izvora nesreće. Zona obuhvaća dio područja postrojenja OFIG (spremnički prostor propana i butana, upravnu zgradu) i stambene objekte (70 stambenih kuća). Zona trajnih posljedica (žuta zona) prostire se u dijelu radijusa od 307 do 367 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća dio područja postrojenja i stambene objekte (90 stambenih kuća). Zona privremenih posljedica (zelena zona) prostire se u dijelu radijusa od 367 do 476 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća sportsku dvoranu i osnovnu školu i stambene objekte (150 stambenih kuća).

Tablica 6.5.-14. – Stambeni objekti (Ivanić-Grad)

Nastanjeni stanovi	Privremeno nenastanjeni stanovi	Napušteni stanovi	Odmor i rekreacija	U vrijeme sezonskih radova u poljoprivredi	Iznajmljivanje turistima	Ostale djelatnosti
4.897	939	155	301	1	1	8
Ukupno 6.302 stana						

3.5.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Izvanjske posljedice nesreće ($C_{d,t}$ broj smrtnih slučajeva/nesreća) koju izaziva tvar (t) po svakoj utvrđenoj djelatnosti (d) mogu se izračunati prema formuli [5] :

$$C_{d,t} = P * \delta * f_P * f_u$$

gdje je:

$C_{d,t}$ = broj životno ugroženih osoba kod akcidentnih slučajeva
P = pogođeno područje (km^2)
δ = gustoća naseljenosti u naseljenim područjima unutar pogođenog područja (osoba/km^2)
f_P = korekcijski čimbenik područja za rasprostranjenost stanovništva u pogođenom području
f_u = korekcijski čimbenik ublažavajućih učinaka
r = radijus zone visoke smrtnosti (100 % smrtnost)

R = radijus zone smrtnosti (1 % smrtnost)

$P_1 = (r^2\pi)$
$P_2 = (R^2 - r^2)\pi$
$C_{d,t} = (P_1 + 0{,}01\ P_2)*\delta*f_P*f_u$
Za eksploziju
$P_1 = (765\ m)^2\ \pi = 1{,}838\ km^2 = 183{,}8\ ha$
$P_2 = ((803\ m)^2 - (765\ m)^2)\pi = 0{,}187\ km^2 = 18{,}7\ ha$
Cd,t = (14,8 ha + 0,01*14,8)* 10,22 osobe/ha * 1 *1 = 1881 osobe
Za požar
$P_1 = (217\ m)^2\ \pi = 0{,}148\ km^2 = 14{,}8\ ha$
$P_2 = ((307\ m)^2 - (217\ m)^2)\pi = 0{,}148\ km^2 = 14{,}8\ ha$
Cd,t = (14,8 ha + 0,01*14,8)* 10,22 osobe/ha * 1 *1 = 154 osobe

Gustoća naseljenosti uzeta je iz Popisa stanovništva 2011. godine. (δ = 10,22 osoba/ha)

Tablica 6.5.-15. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	**X**
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.5.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

S obzirom da zona utjecaja seže do 476 m u radijusu od izvora nesreće očekuju se posljedice po gospodarstvo u materijalnoj šteti manjoj od 250 milijuna kuna.

Tablica 6.5.-16. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.5.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

S obzirom da zona utjecaja seže do 476 m u radijusu od izvora nesreće očekuju se posljedice po društvenu stabilnost i politiku manje od 250 milijuna kuna. U krugu od 467 m nalaze se stambeni objekti, cestovna i željeznička infrastruktura i groblje. Budući da ne postoje baze podataka koje povezuju cijene i vrijednosti kritičnih struktura podatak je nepouzdan. Procijenjeno je da će utjecaj biti na manje od 5.000 osoba.

Tablica 6.5.-17. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.5.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

O obzirom na nedostatak kvalitetnih podataka štete prikazane u tablicama 6.5.-18. procijenjene su na 50% šteta u gospodarstvu.

Tablica 6.5.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.5.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Procjena vjerojatnosti temelji se na IAEA – TECDOC-727 metodi koja polazi od već unaprijed određenih vjerojatnosti neželjenih događaja pojedinih dijelova procesa koji su normirani u tablicama (Priručnik za razvrstavanje i utvrđivanje prioriteta među rizicima izazvanim velikim nesrećama u procesnoj i srodnim industrijama, IAEA, BEČ, 1993.).

<u>Procjena vjerojatnosti velikih nesreća za nepokretna postrojenja</u>

Metoda izračunava učestalost ($P_{p,t}$, broj nesreća godišnje) velikih nesreća s opasnim tvarima (t) na nepokretnom postrojenju (p) izračunavanjem odgovarajućeg broja vjerojatnosti ($N_{p,t}$):

$N_{p,t}=N^*_{p,t} + n_{ui} + n_z + n_o + n_n$, $N = | \log_{10} P |$

gdje je

$N^*_{p,t}$ – prosječan broj vjerojatnosti za postrojenje i tvar
n_{ui} – korekcijski parametar broja vjerojatnosti za učestalost radnji utovara/istovara
n_z = korekcijski parametar broja vjerojatnosti za sigurnosne sustave povezane sa zapaljivim tvarima
n_0 = korekcijski parametar broja vjerojatnosti za organizacijsku i upravljačku sigurnost
n_n= korekcijski parametar broja vjerojatnosti za smjer vjetra prema naseljenom području
N= broj vjerojatnosti
P= vrijednost učestalosti

$N_{p,t}=5-2+ 1,5 + 0,5 + 0=5$
$N = | \log_{10} P|$
$P = 1 \times 10^{-5}$

Vjerojatnost/frekvencija je 10^{-5} nesreća na godinu odnosno jednom u 100 000 godina

Tablica 6.5.-21. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija	ODABRANO
1	Iznimno mala	< 1 %	1 dogadaj u 100 god i rijede	X
2	Mala	1 - 5 %	1 dogadaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 dogadaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 dogadaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 dogadaj godisnje ili češće	

3.5.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Eksplozija i zapaljenje oblaka para propana uslijed ispuštanja maksimalne količine u rezervoarskom području postrojenja Objekti frakcionacije Ivanić Grad operatera INA–INDUSTRIJA NAFTE, d.d

Obrađen je slučaj istjecanja čitave količine propana (101,4 t) iz 1 spremnika (200 m^3) – nastanak požara i eksplozije kroz otvor veličine 50 cm.

Uslijed kvara, ljudske pogreške ili prirodne nepogode dolazi do brzog ispuštanja zapaljive tvari. Ona naglo isparava i formira oblak pare. Miješanjem s okolnim zrakom stvara se zapaljiva smjesa. Oblak zahvaća izvor zapaljenja i dolazi do eksplozije.

Korištene metode i „software“ prepoznaju opstrukcije zbog konfiguracije površine kroz parametar „surface roughness“ kojim se temeljem procjene uprosječuju neravnine na tlu u smjeru disperzije opasnih tvari u okolinu.

Modeliranje disperzije oblaka zapaljivih/eksplozivnih para opasnih tvari napravljeno je primjenom računalnog programa SLAB View (4.0.0.) - Emergency Release Dense Gas Model odobrenog od strane Američke agencije za zaštitu okoliša (United States Environmental Protection Agency – US EPA). Korišteni računalni model prati disperziju oblaka do trenutka kada završi ispuštanje na samom mjestu incidenta, a zatim njegovo kretanje u prostoru do zadanih granica.

Kako bi se odredilo potencijalno ugroženo područje razmatrane su zone koncentracija zapaljivih/eksplozivnih para u čijim granicama je moguće izbijanje požara ili eksplozije (u određenim uvjetima, tj. ako se pojavi inicijator – iskra, otvoreni plamen ...).
Rezultati modeliranja prikazani su grafički i tablično za pojedine sekunde širenja oblaka zapaljivih para pri čemu su definirane granične koncentracije (tj. zone od interesa) naznačene različitim bojama.

Eksplozija para propana:
Događaj koji pretpostavlja ispuštanje maksimalne količine opasnog medija iz spremnika kroz otvor na spremniku veličine 50 cm i nastanak eksplozije unutar zone u kojoj je sukladno prethodnim

analizama koncentracija para veća od donje granice eksplozivnosti (LEL=21.000 ppm) uz prisutnost inicijatora.

Zapaljenje para propana:
Događaj koji pretpostavlja ispuštanje ukupne količine propana kroz otvor na spremniku veličine 50 cm i nastanak požara unutar zone u kojoj je sukladno prethodnim analizama koncentracija para propana veća od donje granice eksplozivnosti (LEL=21.000 ppm) uz prisutnost inicijatora.

Opis scenarija:
Nesreća uslijed koje je došlo do ispuštanja 114,6 t propana iz nadzemnih horizontalnih tlačnih spremnika (ΦxL) 3 333 mm x 22 100 mm s nepropusnom betonskom tankvanom (zaštitni bazen) volumena 2000 m^3 te nastanak eksplozije potaknute izvorom paljenja (koordinate spremnika: S: 45°42'58,93'' I: 16°23'38,15'').

Tablica 6.5.-22. – Svojstva propana

Naziv medija	Propan
Molekularna masa	44,1 g/mol
DGE (LEL=LFL)	21.000 ppm
50% DGE (LEL=LFL)	10.500 ppm
10% DGE (LEL=LFL	2.100 ppm
Točka ključanja na okolišnoj temperaturi	-42,2°C
Koncentracija zasićenja pri okolišnoj temperaturi	1.000.000 ppm ili 100%
Toplinski kapacitet (plinska faza)	1 .678 J/kgK
Toplinski kapacitet (u kapljevitom stanju)	2.520 J/kgK
Točka vrenja	231,1 K
Toplina isparavanja	425.740 J/kg
Gustoća u tekućem stanju	500,5 kg/m^3

Tablica 6.5.-23. – Atmosferski podaci

Vjetar		1,5 m/s (na visini od 3m)	
Tip podloge	Otvorena površina	Naoblaka	Djelomična
Temperatura zraka:	25 ℃	Klasa stabilnosti	D
Relativna vlažnost	50 %		

Tablica 6.5.-24. – Podaci o istjecanju

Parametar	Propan
Dinamika istjecanja (kg/s)	135
Vrijeme istjecanja (s)	600
Temperatura skladištenja medija (K)	298
Visina izvora istjecanja (m)	2

6.5.-25 Granične koncentracije para ispuštenih medija

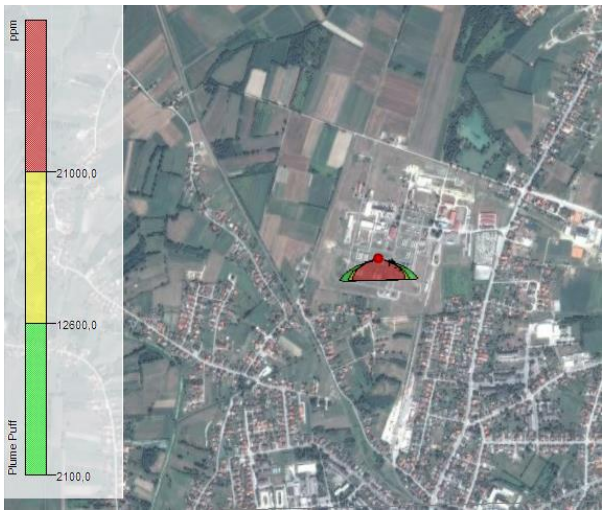
Granična koncentracija	Propan	Oznaka
Visoka smrtnost DGE (ppm)	21 000	
Smrtnost 50% DGE (ppm)	10 500	
10% DGE (ppm)	2 100	

6.5.-26 Lokacijske značajke i meteorološki uvjeti

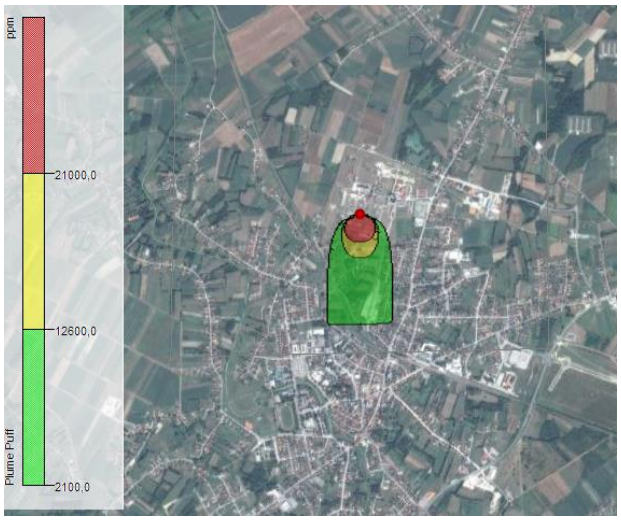
Parametar	Propan
Najveća udaljenost na kojoj se razmatra utjecaj - niz vjetar (m)	3000
Topografija terena	Urbano
Klasa stabilnosti	D (neutralno)
Brzina vjetra (m/s)	1,5
Temperatura okoline (K)	293
Relativna vlažnost (%)	50

Disperzija oblaka zapaljivih/eksplozivnih para u razmatranom vremenskom periodu

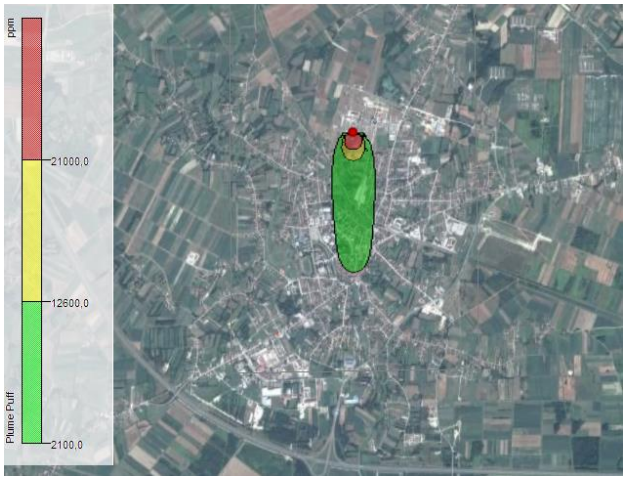
Sljedećim slikama prikazana je disperzija zapaljivih/eksplozivnih para u različitim vremenskim intervalima (prikazana je količina plina koja je izišla u prvom trenutku; nakon kompletnog istjecanja oblak se kreće u smjeru prikazanom na slikama).



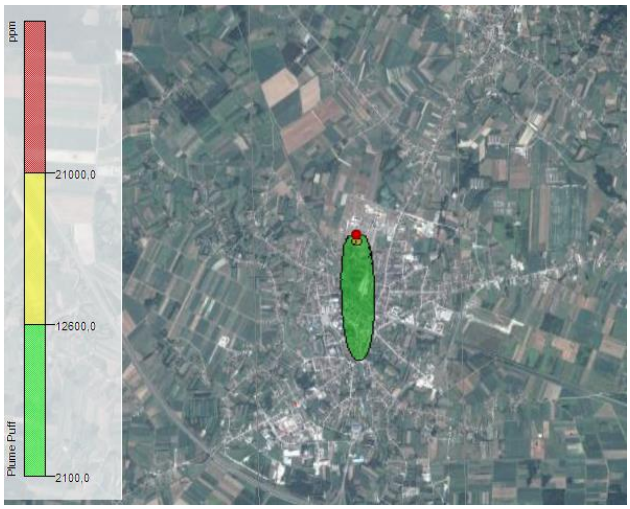
Slika 6.5.-6 Disperzija oblaka zapaljivih/eksplozivnih para nakon 50 sekundi



Slika 6.5.-7 Disperzija oblaka zapaljivih/eksplozivnih para nakon 360 sekundi



Slika 6.5.-6 Disperzija oblaka zapaljivih/eksplozivnih para nakon 642 sekunde

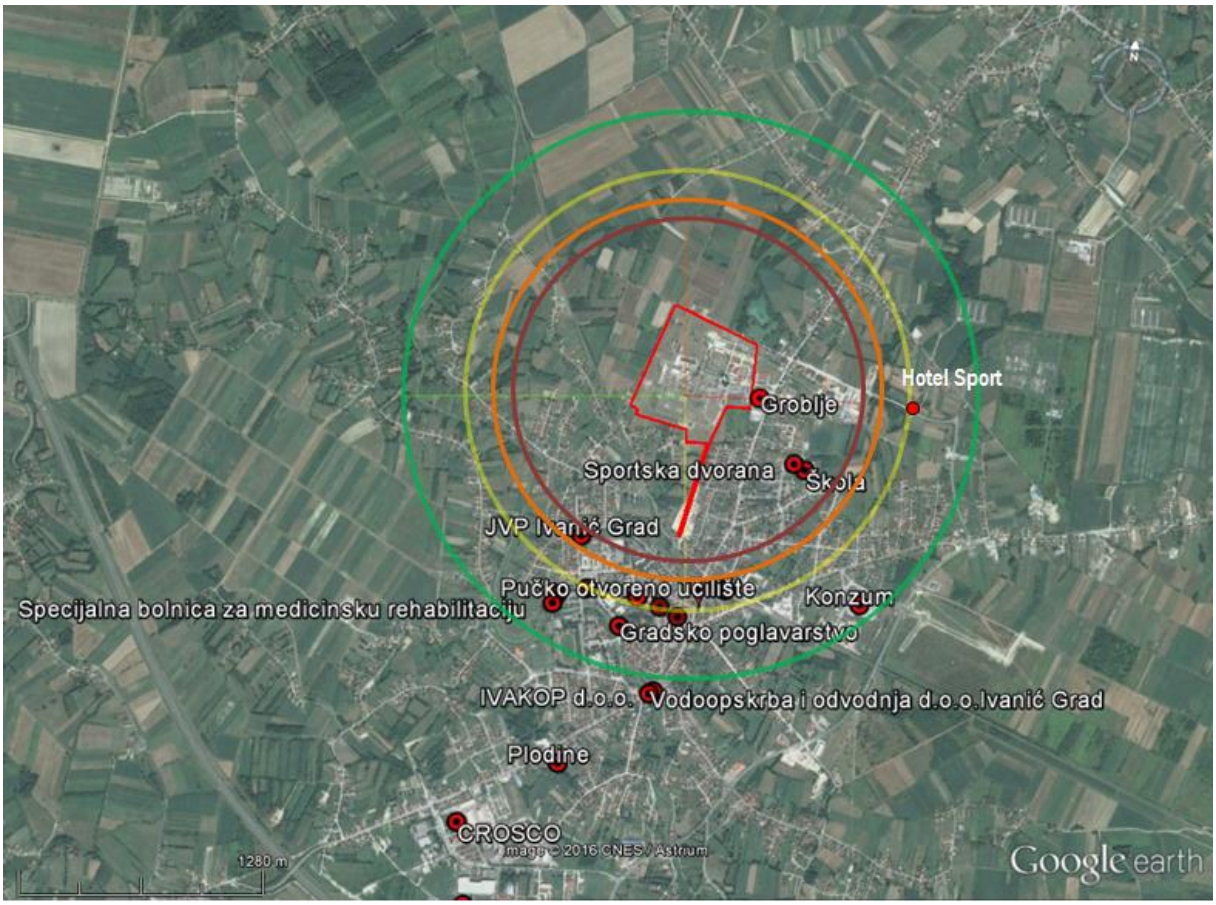


Slika 6.5.-6 Disperzija oblaka zapaljivih/eksplozivnih para nakon 752 sekunde

Zone u slučaju eksplozije

Tablica 6.5.-27. – Zone utjecaja u slučaju eksplozije

Zona ugroženosti	
Model ugroženosti:	nadtlak nastao od eksplozije tlaka para, eksplozija je potaknuta iskrom ili plamenom
Crvena:	910 m (0,3 bar=visoka smrtnost)
Narančasta:	959 m (0,14 bar = smrtnost)
Žuta:	1,1 km (0,07 bar = trajne posljedice)
Zelena:	1,5 km (0,03 bar = privremene posljedice)



Slika 6.5.-7. - Zone u slučaju eksplozije para propana

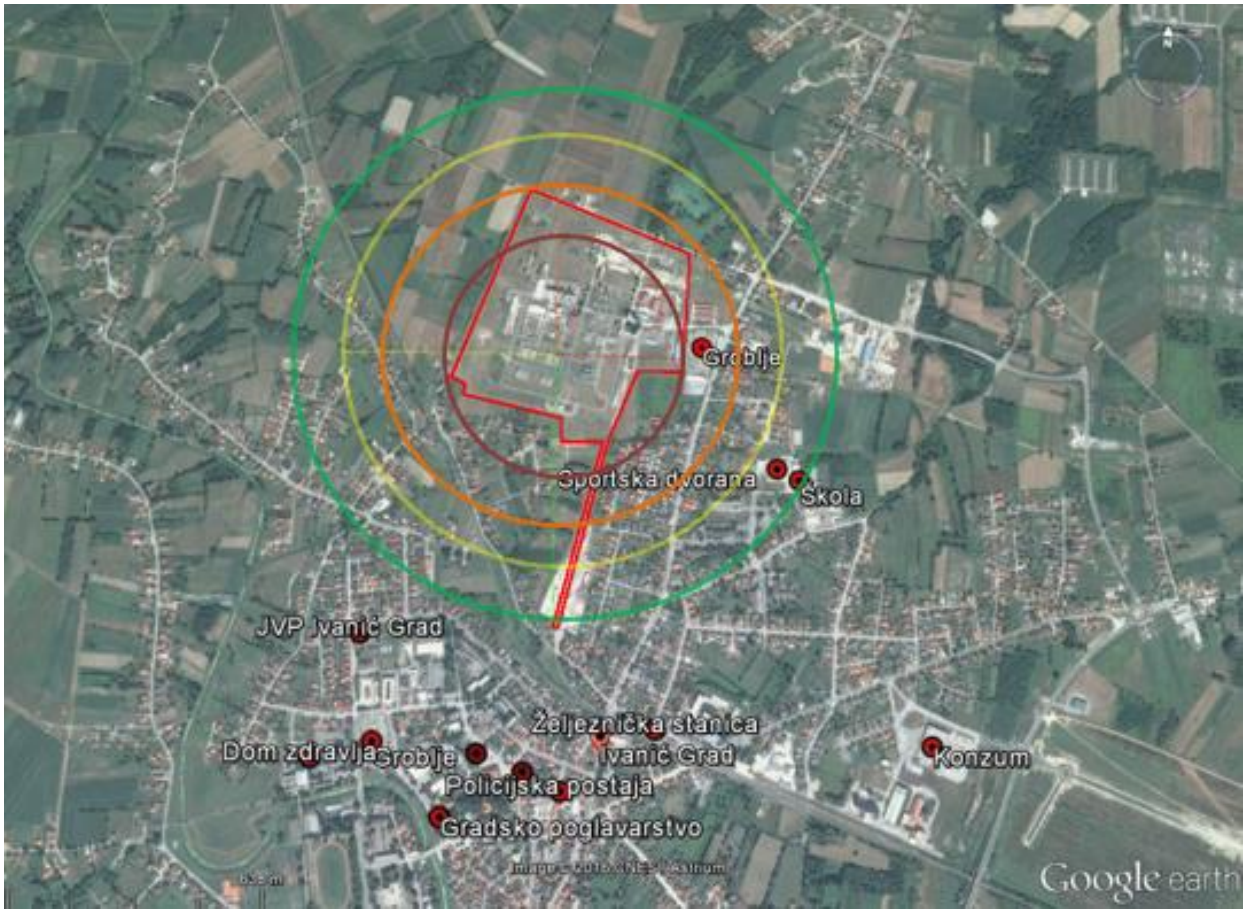
Zone u slučaju požara

U slučaju zapaljenja oblaka pare najznačajniji su izravni utjecaji toplinskog zračenja. U procjenama rizika uobičajeno se pretpostavlja da će svaki pojedinac na otvorenom prostoru koji se nađe unutar oblaka u trenutku zapaljenja potpuno sigurno smrtno stradati. Također, zbog sekundarnih požara izazvanih zapaljenjem oblaka, velika je vjerojatnost stradavanja osoba koje se zateknu unutar stambenih ili drugih objekata i vozila. U ovoj je procjeni pretpostavljeno da vjerojatnost gubitka života iznosi 1 (siguran događaj) za svaku osobu zahvaćenu oblakom pare u trenutku njegovog zapaljenja,

bez obzira da li se ona nalazila na otvorenom prostoru ili u zatvorenoj sredini. U zoni smrtnosti vjerojatnost gubitka života iznosi 1% tj. 0,01. Za osobe locirane izvan zone smrtnosti pretpostavljano je da ne postoji opasnost gubitka života. To je uobičajena pretpostavka, jer oblaci pare izgaraju vrlo brzo, pa su toplinska zračenja kratkotrajna. Zone utjecaja nalaze se u tablici 6.5.-26..

Tablica 6.5.-28. – Zone utjecaja u slučaju požara

Zona ugroženosti	
Model ugroženosti:	Zapaljivi oblak
Crvena:	342 m (12,5 kW/m2) – visoka smrtnost
Narančasta:	487 m (7,0 kW/m2) – smrtnost
Žuta:	585 m (5,0 kW/m2) – trajne posljedice
Zelena:	761 m (3,0 kW/m2) – privremene posljedice



Slika 6.5.-8. – Zone utjecaja u slučaju požara para propana

3.5.2.2.1. POSLJEDICE

Zone ugroženosti uslijed eksplozije para propana

Zona visoke smrtnosti (crvena zona) prostire se u radijusu od 910 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća čitavo područje postrojenja OFIG, groblje, trgovinu, supermarket, Osnovnu školu, sportsku dvoranu, hotel Sport, restoran i stambene kuće u okolici (450 stambenih kuća).Zona smrtnosti (narančasta zona) prostire se u dijelu radijusa od 910 do 959 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća stambene kuće (50 stambenih kuća) i VP Ivanić Grad. Zona trajnih posljedica (žuta zona) prostire se u dijelu radijusa od 959 do 1100 metara od izvora nesreće. Zona autobusni i željeznički kolodvor, obuhvaća pučko otvoreno učilište, poštu, policijsku postaju i stambene kuće (130 stambenih kuća).

Zona privremenih posljedica (zelena zona) prostire se u dijelu radijusa od 1100 do 1500 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća specijalnu bolnicu za medicinsku rehabilitaciju, gradsko poglavarstvo, Konzum i stambene kuće (200 stambenih kuća).

Zone ugroženosti uslijed zapaljenja oblaka para propana

Zona visoke smrtnosti (crvena zona) prostire se u radijusu od 342 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća područje postrojenja OFIG i stambene kuće u okolici (15 stambenih kuća).

Zona smrtnosti (narančasta zona) prostire se u dijelu radijusa od 342 do 487 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća stambene kuće (60 stambenih kuća) i groblje.

Zona trajnih posljedica (žuta zona) prostire se u dijelu radijusa od 487 do 585 metara od izvora nesreće. Zona obuhvaća stambene kuće (200 stambenih kuća).

Zona privremenih posljedica (zelena zona) prostire se u dijelu radijusa od 585 do 761 metar od izvora nesreće. Zona obuhvaća sportsku dvoranu, osnovnu školu i stambene kuće (200 stambenih kuća).

3.5.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Izvanjske posljedice nesreće ($C_{d,t}$ broj smrtnih slučajeva/nesreća) koju izaziva tvar (t) po svakoj utvrđenoj djelatnosti (d) mogu se izračunati prema formuli [5] :

$$C_{d,t} = P * \delta * f_P * f_u$$

gdje je:

$C_{d,t}$ = broj životno ugroženih osoba kod akcidentnih slučajeva
P = pogođeno područje (km^2)
δ = gustoća naseljenosti u naseljenim područjima unutar pogođenog područja (osoba/km^2)
f_P = korekcijski čimbenik područja za rasprostranjenost stanovništva u pogođenom području
f_u = korekcijski čimbenik ublažavajućih učinaka

r = radijus zone visoke smrtnosti (100 % smrtnost)
R = radijus zone smrtnosti (1 % smrtnost)

$P_1 = (r^2\pi)$
$P_2 = (R^2 - r^2)$
$C_{d,t} = (P_1 + 0{,}01\ P_2)*\delta*f_P*f_u$

Za eksploziju
$P_1 = (910\ m)^2\pi = 2{,}6\ km^2 = 260\ ha$
$P_1 = ((959\ m)^2 - (910\ m))^2\pi = 2{,}6\ km^2 = 260\ ha$
$P_1 = (r^2\pi)$
$P_2 = (R^2 - r^2)\pi$
$C_{d,t} = (P_1 + 0{,}01\ P_2)*\delta*f_P*f_u$

$P_1 = (910\ m)^2\ \pi = 2{,}601\ km^2 = 260{,}1\ ha$
$P_2 = ((959\ m)^2 - (910\ m)^2)\pi = 0{,}288\ km^2 = 28{,}8\ ha$
Cd,t = (260,1 ha + 0,01*28,8)* 10,22 osobe/ha * 1 *1 = 2662 osobe
Za požar
$P_1 = (342\ m)^2\ \pi = 0{,}368\ km^2 = 36{,}8\ ha$
$P_2 = ((487\ m)^2 - (342\ m)^2)\pi = 0{,}378\ km^2 = 37{,}8\ ha$
Cd,t = (14,8 ha + 0,01*14,8)* 10,22 osobe/ha * 1 *1 = 154 osobe

Tablica 6.5.-26. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

3.5.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

S obzirom da zona utjecaja seže do 1,5 km u radijusu od izvora nesreće očekuju se posljedice po gospodarstvo u materijalnoj šteti od 1.500 -7.000 milijuna kuna. U krugu 1,5 km nalazi se znatan broj gospodarskih subjekata u Ivanić-Gradu.

Tablica 6.5.-27. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	x
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.5.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Obzirom da zona utjecaja seže do 1,5 km u radijusu od izvora nesreće očekuju se posljedice po društvenu stabilnost i politiku od 700 - 1.500 milijuna kuna. U krugu od 1,5 km nalaze se objekti Gradske uprave, zdravstveni objekti, policijska postaja, vatrogasne postaje, objekti kritične infrastrukture (vodoopskrba, plinoopskrba, prometnice, željeznica,...). Budući da ne postoje baze podataka koje povezuju cijene i vrijednosti kritičnih struktura podatak je nepouzdan. Smatra se da će utjecaj biti na sve osobe koje gravitiraju području Ivanić-Grada što se procjenjuje na 5.000 - 15.000 građana.

Tablica 6.5.-28. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.5.-29. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

O obzirom na nedostatak kvalitetnih podataka štete prikazane u tablicama 6.5.-29. procijenjene su na 50% šteta u gospodarstvu.

Tablica 6.5.-30. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 - 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.5.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Procjena vjerojatnosti temelji se na IAEA – TECDOC-727 metodi koja polazi od već unaprijed određenih vjerojatnosti neželjenih događaja pojedinih dijelova procesa koji su normirani u tablicama (Priručnik za razvrstavanje i utvrđivanje prioriteta među rizicima izazvanim velikim nesrećama u procesnoj i srodnim industrijama, IAEA, BEČ, 1993.).

Procjena vjerojatnosti velikih nesreća za nepokretna postrojenja

Metoda izračunava učestalost ($P_{p,t}$, broj nesreća godišnje) velikih nesreća s opasnim tvarima (t) na nepokretnom postrojenju (p) izračunavanjem odgovarajućeg broja vjerojatnosti ($N_{p,t}$):

$N_{p,t}=N^*_{p,t} + n_{ui} + n_z + n_o + n_n$, $N = | \log_{10} P |$

gdje je

$N^*_{p,t}$ – prosječan broj vjerojatnosti za postrojenje i tvar
n_{ui} – korekcijski parametar broja vjerojatnosti za učestalost radnji utovara/istovara
n_z = korekcijski parametar broja vjerojatnosti za sigurnosne sustave povezane sa zapaljivim tvarima
n_0 = korekcijski parametar broja vjerojatnosti za organizacijsku i upravljačku sigurnost
n_n= korekcijski parametar broja vjerojatnosti za smjer vjetra prema naseljenom području
N= broj vjerojatnosti
P= vrijednost učestalosti

Iz Priloga I., Tablice II i IV (a) određuje se oznaka 7 (spremnik ukapljenog naftnog plina)
Odabrana kategorija učinka je G 1
Prosječni broj vjerojatnosti za tvari određenog referentnog broja ($N^*_{p,t}$) određuje se Tablicom IX. Budući se radi o skladištenju tvari pod oznakom 7, prosječni broj vjerojatnosti iznosi 6.
Korekcijski parametar vjerojatnosti za učestalost radnji utovara/istovara (n_{ui}) određuje se Tablicom X (a). Korekcijski faktor u ovom slučaju iznosi -2.
Korekcijski parametar broja vjerojatnosti za sigurnosne sustave (n_z) određuje se temeljem Tablice XI. Na lokaciji je izgrađena hidrantska mreža te sustavi za hlađenje spremnika i tankvane. Korekcijski faktor iznosi 1.
Iz Tablice XII. Određuje se korekcijski parametar za organizacijsku i upravljačku sigurnost. Uzeta je iznadprosječna primjena sigurnosti u industriji. +0.5
Iz Tablice XIII. Određuje se korekcijski parametar broja vjerojatnosti za rasprostranjenost stanovništva u kružnom području i vjerojatnost određenog smjera vjetra (za kategoriju područja učinka I). Faktor iznosi 0.

$N_{p,t}=6-2+ 1,5 + 0,5 + 0=6$
$N = | \log_{10} P|$
$P = 1 \times 10^{-6}$

Vjerojatnost/frekvencija je 10^{-6} nesreća na godinu odnosno jednom u 1 000 000 godina za najgori mogući slučaj koji ima najgore posljedice.

Tablica 6.5.-32. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 dogadaj u 100 god i rijede	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 dogadaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 dogadaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 dogadaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 dogadaj godisnje ili češće	

3.5.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Nepouzdanost

Za procjenu utjecaja na Gospodarstvo i Posljedice na društvenu stabilnost i politiku (Oštećena kritična infrastruktura i Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja) postojeći stručnjaci ne posjeduju dovoljno znanja o izračunu mogućih šteta koje može uzrokovati ova prijetnja zbog čega se očekuju značajne greške u rezultatima procjene rizika.
Za procjenu utjecaja na Gospodarstvo i Posljedice na društvenu stabilnost i politiku (Oštećena kritična infrastruktura i Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja) ne postoji dovoljna količina statističkih podataka i podataka o štetama, a podaci koji postoje nisu službeni ni pouzdani zbog čega se očekuju značajniji nedostaci u rezultatima procjene rizika te kvaliteta podataka može biti bitno unaprijeđena prilikom sljedeće procjene.
Za procjenu utjecaja na Gospodarstvo i Posljedice na društvenu stabilnost i politiku (Oštećena kritična infrastruktura i Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja) ne postoje stručnjaci za osmišljavanje metodologije za izračun šteta.

Tablica 7.10.-33. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**	**X**	**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.5.4. POPIS LITERATURE

1. Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od djelovanja prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća, Grad Ivanić-Grad, ožujak 2010
2. Popis stanovništva iz 2011. Godine, Državni zavod za statistiku (http://www.dzs.hr/Hrv/censuses/census2011/censuslogo.htm)
3. Plan zaštite i spašavanja Grada Ivanić Grada iz ožujka 2014. Godine
4. Strategija ekonomskog razvoja Grada Ivanić Grada za razdoblje 2014. do 2020. (prosinac, 2014.), T&MC Group; FINA
5. Priručnik za razvrstavanje i utvrđivanje prioriteta među rizicima izazvanim velikim nesrećama u procesnoj i srodnim industrijama (Odsjek za procjenu sigurnosti, Beč, Austrija)

3.6. *Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.6.1. OPIS SCENARIJA

3.6.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Poplave na vodnom području rijeke Dunav
Grupa rizika:
Poplava
Rizik:
Poplave izazvane izlijevanjem kopnenih vodenih tijela
Radna skupina
***Koordinator**:*
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike – Uprava vodnog gospodarstva i zaštite mora
Glavni nositelj:
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike – Uprava vodnog gospodarstva i zaštite mora
Glavni izvršitelj:
Hrvatske vode

3.6.1.2. *Uvod*

Ekstremni prirodni fenomeni uvjetovani hidrološkim, meteorološkim, geološkim, biološkim ili drugim ekstremnim prirodnim pojavama, kao i iznenadni događaji u oblasti ljudskog djelovanja, kao što su havarije u tehničko-tehnološkim procesima i na građevinama mogu prouzročiti neugodne situacije većeg obuhvata, ali i velike nesreće koje mogu poprimiti i razmjere katastrofa. Iskustva i bilježenje ekstremnih prirodnih fenomena u prethodnim periodima, pokazuju da ove pojave i događanja značajno utječu na sve sfere života u Republici Hrvatskoj i društvenu i gospodarsku i političku, mogu postati i važne točke preokreta i pokretači aktivnosti, bolje i cjelovitije skrbi za

društvo i upravljanje sustavima, no predstavljaju značajno opterećenje za ekonomiju i gospodarstvo, kao i opterećenje na raspoložive financije državnog i lokalnog proračuna.

U cilju prepoznavanja, boljeg i učinkovitijeg upravljanja rizicima od nastanka potencijalnih velikih nesreća i katastrofa te smanjenja i ublažavanja potencijalnih šteta od njihovog nastanka, u okviru Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj, u nastavku se obrađuje Procjena rizika od poplava izazvanih izlijevanjem kopnenih vodenih tijela.

Poplave su prirodni fenomeni čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i negrađevinskih mjera rizici od poplavljivanja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. One su među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete.

Obrana od poplava u Republici Hrvatskoj regulirana je kroz zakonsku regulativu prvenstveno kroz Zakon o vodama i Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva te druge zakonske i podzakonske akte. Na teritoriju Republike Hrvatske za operativne aktivnosti preventivne, redovite i izvanredne obrane od poplava, kroz izgradnju vodnih građevina za obranu od poplava, održavanje postojećeg sustava obrane od poplava te organizaciju operativne obrane od poplava na terenu, nadležne su Hrvatske vode zajedno s resornim ministarstvom, odnosno Upravom vodnoga gospodarstva.

Navedene institucije, nadležne za vodno gospodarstvo, u suradnji s drugim državnim institucijama, a uz koordinaciju Ministarstva unutarnjih poslova, izradile su dokument Procjena rizika od poplava izazvanih izlijevanjem kopnenih vodenih tijela u okviru Procjene rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj. U dokumentu je procjena rizika od poplava obrađena u skladu s utvrđenom metodologijom za procjenjivanje rizika od katastrofa i Smjernicama za izradu procjene rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj, raspoloživim bilježenim podacima od početka 20. stoljeća i izrađenom planskom dokumentacijom vezanom za upravljanje rizicima od poplava prema zakonodavnom okviru Republike Hrvatske.

U izrađenoj planskoj dokumentaciji posebno su analizirani rizici od poplava za dva vodna područja: vodno područje rijeke Dunav i jadransko vodno područje (*Slika 6.6.-1.*). U svrhu procjene rizika od katastrofa uzrokovanih poplavama, kao primjeri mogućih katastrofalnih scenarija u ovom dokumentu, obrađuju se samo scenariji za vodno područje rijeke Dunav i to za dvije vrste događaja:

A) Najvjerojatniji neželjeni događaj - *Poplave na području grada Karlovca*
B) Događaj s najgorim mogućim posljedicama – *Poplava donjeg Posavlja*

Teritorijalne i hidrografske karakteristike Republike Hrvatske

Republika Hrvatska je srednjoeuropska i mediteranska zemlja, smještena između Podunavlja na sjeveru i Jadranskog mora na jugu. Ukupna površina državnog teritorija iznosi 88.166 km2, od čega

površina kopna, uključujući i otoke, iznosi 56.552 km2, a ostalih 31.614 km2 predstavlja more. Državna kopnena granica, dugačka 2.028 km, velikim dijelom prati ili presijeca vodotoke.
Državni je teritorij administrativno podijeljen na 20 jedinica područne (regionalne) samouprave odnosno županija i Grad Zagreb, odnosno 555 jedinica lokalne samouprave (127 gradova i 428 općina).

Teritorij Republike Hrvatske hidrografski pripada slivu Jadranskog mora i slivu Crnog mora te je prema članku 31. Zakona o vodama podijeljen na dva vodna područja: vodno područje rijeke Dunav i jadransko vodno područje (*Slika 6.6.-1.*).

Granica između vodnih područja, na teritoriju Republike Hrvatske, prati prirodnu hidrografsko - hidrogeološku granicu između jadranskog i crnomorskog sliva, a ostale granice su definirane državnom granicom, odnosno crtom razgraničenja priobalnog mora.

Vodno područje rijeke Dunav obuhvaća dio kopnenog teritorija Republike Hrvatske s kojega vode površinskim ili podzemnim putevima otječu prema rijeci Dunavu. Površina vodnog područja iznosi 35.101 km2. Na vodnom području rijeke Dunav utvrđeno je područje podsliva rijeke Save i područje podsliva rijeka Drave i Dunava. Područje podsliva Save zauzima 25.752 km2, a područje podsliva Drave i Dunava 9.349 km2. Vodno područje rijeke Dunav karakteriziraju široke doline nizinskih vodotoka rijeke Dunav s pritokama rijekama Dravom i Murom te rijekom Savom s pritokama Kupom, Koranom, Unom i veliki gradovi smješteni na njihovim obalama: Zagreb (Sava), Slavonski Brod (Sava), Karlovac, Sisak (Kupa, Korana), Osijek (Dunav), Varaždin (Mura, Drava).

Slika 6.6.-1. – Vodna područja i područja podslivova

Jadransko vodno područje čini kopno Republike Hrvatske, uključujući otoke, s kojega vode površinskim ili podzemnim putevima otječu u Jadransko more i pripadajuće prijelazne i priobalne vode. Kopneni dio obuhvaća niz slivova jadranskih rijeka (Neretva, Lika, Zrmanja, Krka, Cetina i dr.) i znatne površine kopna bez površinskog otjecanja. Površina vodnog područja iznosi 35.289 km^2. Na kopno otpada 18.185 km^2, na otoke 3.262 km^2, a na prijelazne i priobalne vode mora 13.842 km^2.

<u>*Kratki opis scenarija*</u>

Značajke poplava i zaštite od poplava

Kako je već napomenuto u uvodu, poplave su prirodni fenomeni čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i negrađevinskih mjera rizici od poplavljivanja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. Poplave koje se pojavljuju u Hrvatskoj mogu se svrstati u 7 osnovnih skupina:

- riječne poplave zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega,

- bujične poplave manjih vodotoka zbog kratkotrajnih kiša visokih intenziteta,
- poplave na krškim poljima zbog obilnih kiša i/ili naglog topljenja snijega te nedovoljnih
- propusnih kapaciteta prirodnih ponora,
- poplave unutarnjih voda na ravničarskim površinama,
- ledene poplave,
- poplave mora te
- umjetne (akcidentne) poplave zbog eventualnih proboja brana i nasipa, aktiviranja klizišta, neprimjerenih gradnji i slično.

Znatan su problem i poplave u urbanim sredinama koje nastaju zbog kratkotrajnih oborina visokih intenziteta i koje, zbog velikih koncentracija stanovništva na relativno malim prostorima, često uzrokuju velike materijalne štete.

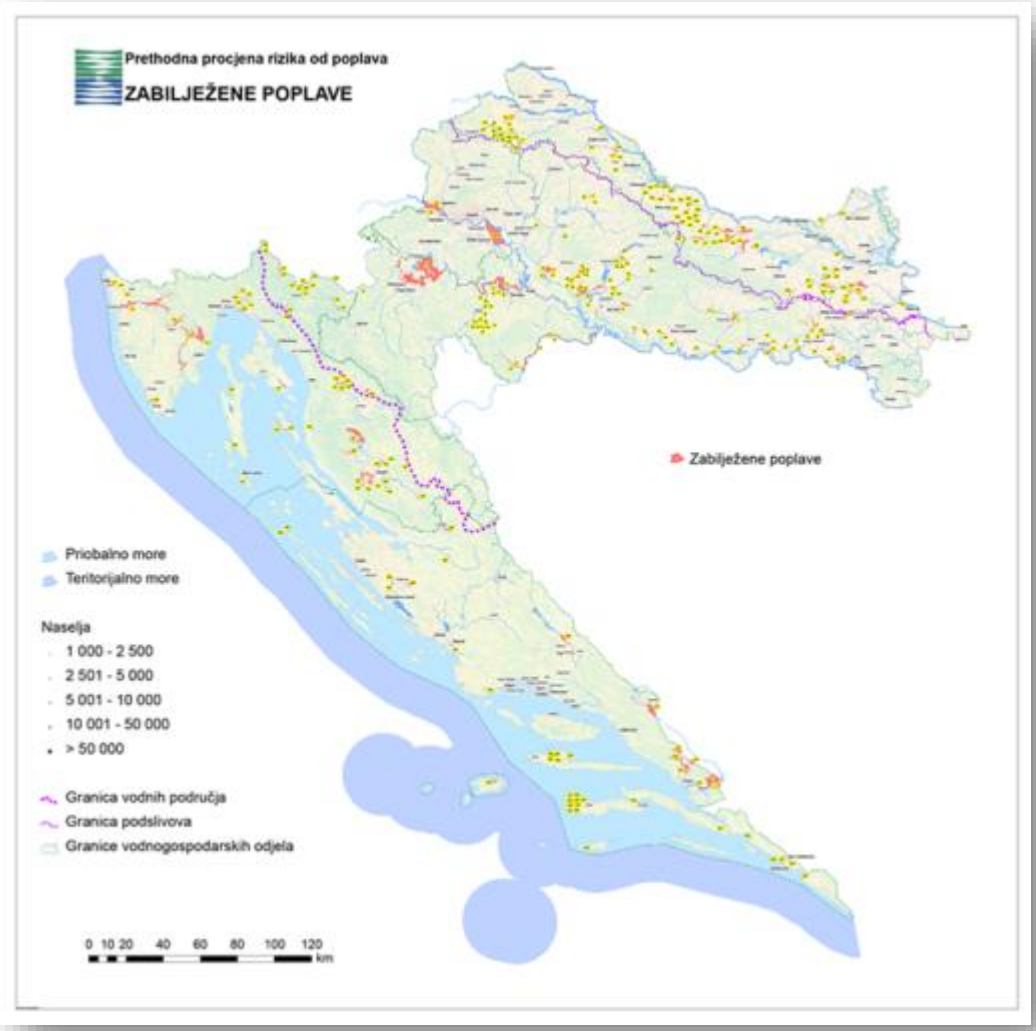
Ravničarski dio vodnoga područja rijeke Dunav ugrožavaju poplave od velikih voda rijeka Dunava, Drave, Mure, Save, Kupe, Une, kao i brdskih voda koje se slijevaju s obronaka rubnoga gorja prema glavnim prijamnicima. Brdsko-planinski predjeli pogoduju svim oblicima vodne erozije zemljišta i formiranju bujičnih tokova. Stanje uređenosti vodnih tokova i zaštite od poplava i erozije različito je za pojedina slivna područja i pojedine vodotoke. Uglavnom, razina reguliranosti i izgrađenosti zaštitnih sustava proporcionalna je veličini vodotoka. Umjesto parcijalnih rješenja, prednost se daje višenamjenskim sustavima uređenja i korištenja voda koji su, u pravilu, gospodarski povoljni i ekološki prihvatljivi.

Intenzivnom izgradnjom zaštitnih sustava u drugoj polovici dvadesetog stoljeća rizici od poplavljivanja na većini područja u Hrvatskoj su znatno smanjeni, no nedavna iskustva pokazuju da se poplave događaju i tamo gdje ih nitko ne očekuje, odnosno da se pojavljuju i veće vode od projektnih velikih voda vrlo dugih povratnih razdoblja na koje su sustavi dimenzionirani.

U posljednje vrijeme znanstvenici, bez obzira na prijepore o uzrocima, predviđaju izrazitu dinamiku budućih klimatskih promjena. Također, prognostički klimatski modeli upućuju i na sve učestaliju pojavu klimatskih ekstrema, kako na globalnoj tako i na lokalnoj razini. Iz tog razloga i u budućnosti se mogu očekivati pojave ekstremnih vrijednosti temperatura zraka i intenziteta oborina, kao i ekstremno sušnih razdoblja, uz pojave olujnih nevremena i vjetra razorne snage te plimnih valova u priobalnom području. Tijekom posljednjeg desetljeća u čitavom se svijetu, pa tako i u Republici Hrvatskoj, učestalo bilježe do sada nezabilježene ekstremne hidrološke prilike s pojavom velikih voda i ekstremnih vodostaja s poplavama, koje prijete ljudskim životima i velikim materijalnim štetama. Obrana od poplava u takvim uvjetima često je vrlo otežana, a u nekim situacijama gotovo i nemoguća.

Obzirom na hidromorfološke značajke teritorija, postojeću izgrađenost zaštitnog sustava obrane od poplava te prognozu izrazite dinamike klimatskih promjena u budućnosti, Republika Hrvatska je u većoj mjeri izložena rizicima od poplava.

U ovisnosti o intenzitetu ekstremnih hidroloških prilika i funkcionalnosti sustava obrane od poplava, u najvećoj mogućoj mjeri obranjena su naseljena mjesta, infrastrukturni i gospodarski objekti, a ponajveće štete zabilježene su u poljoprivredi. Dosadašnje procjene šteta nakon poplava posvuda po svijetu pa tako i u Hrvatskoj pokazale su da su one uvijek bile mnogo veće od troškova provedbe preventivnih mjera.



Slika 6.6.-2. – Zabilježene poplave

Problematici zaštite od poplava dodatnu dimenziju danas daje i zaštita okoliša od nekontroliranih širenja onečišćenja poznatog i nepoznatog porijekla putem poplavnih voda. Takva iskustva stoga nalažu trajnu brigu o stanju zaštitnih sustava.

Najveće zabilježene poplave u Hrvatskoj tijekom posljednjih stotinjak godina bile su:

- poplave Dunava: godine 1926. i 1965.;
- poplave Drave: godine 1964., 1965., 1966., 1972. i 2012.;
- poplave Mure: godine 1965. i 1972.;
- poplave Save: godine 1933., 1964., 1966., 1990., 1998., 2010., 2013. i 2014.;
- poplave Kupe: godine 1939., 1966., 1972., 1974., 1996., 1998., 2013. i 2014.;
- poplava Une: godine 1974.;
- poplave Neretve: godine 1950., 1995., 1999. i 2010.

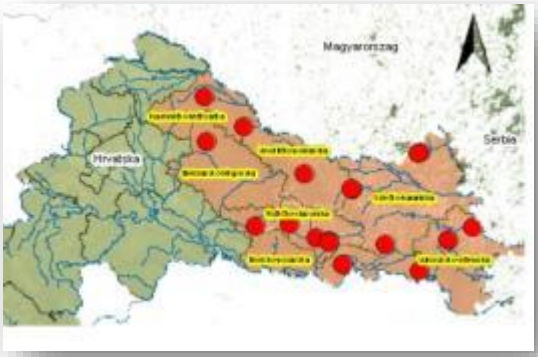
Prethodne analize pojave poplava na vodnom području rijeke Dunav pokazale su da su raspoloživi i dostupni podaci o poplavnim događajima nepotpuni u razdobljima prije 2000. godine, dok nešto detaljniji raspoloživi podaci postoje za novije razdoblje počevši od 2010. godine.

Tablica 6.6.-1. – Kronološki pregled zabilježenih poplava na vodnom području rijeke Dunav

Razdoblje	Vodno područje rijeke Dunav			
	oborine	vodotoci	ostalo	UKUPNO
2010 -	133	11	5	149

Poplave u 2010. godini

Poplava iz 2010. godine na vodnom području rijeke Dunav bila je po mnogočemu specifična. Na pojedinim područjima istočne Hrvatske u kratkom je razdoblju, od nekoliko dana, palo više od 200 mm kiše po četvornom metru, a u pola godine na mnogim mjestima i prosječna godišnja količina oborina. Ekstremne količine oborina uzrokovale su nagli porast vodostaja i premašivanje, do tada zabilježenih, maksimalnih vodostaja na desetak vodotoka (Orljava, Londža, Vrbova, Glogovica, Baranjska Karašica, Vuka, Voćinka, Vojlovica, Vučica,…) što je za posljedicu imalo velike štete na poljoprivrednim kulturama i ugrožavanje naseljenih mjesta u 11 od 13 županija na vodnom području rijeke Dunav. Na slikama 6.6.-3. i 6.6.-4. je dan prikaz najugroženijih županija.



Slika6.6.-3. – Prikaz županija ugroženih poplavom u svibnju/lipnju 2010. godine

Slika 6.6.-4. – Prikaz županija ugroženih poplavom u rujnu 2010. godine

Poplave u 2012. godini

Obilne oborine koje su pale krajem listopada i početkom studenog 2012. godine na slivu rijeka Save, Kupe, Mure i Drave u Republici Sloveniji te Mure i Drave u Austriji, kao i na području Republike Hrvatske, uzrokovale su formiranje tri velika vodna vala na rijeci Savi, dva velika vodna vala na rijekama Dravi i Kupi te jednog na rijeci Muri, kao i velikih vodnih valova na pojedinim manjim vodotocima.

Poplave u 2013. godini

Ekstremne hidrološke prilike na području gornjeg dijela sliva rijeke Save (Slovenija, Hrvtatska), te slivova rijeka Kupe, Mrežnice, Dobre, Korane, Gline, Une, Like i Gacke i njihovih brojnih manjih pritoka, u periodu siječanj-veljače 2013. godine kao ožujak-travanj 2013. godine uvjetovale su formiranja većeg broja velikih vodnih valova rijeka Kupe i Save, kao i njihovih pritoka, a dodatnu poteškoću predstavljalo je preklapanje vodnih valova što je uvjetovalo otežano otjecanje i evakuaciju velikih voda prema nizvodnom području. Ekstremne oborine koje su početkom mjeseca lipnja pale na području gornjeg dijela dunavskog sliva (Njemačka, Austrija, Slovačka, Mađarska) uvjetovale su nagli porast vodostaja cijelim tokom Dunava, odnosno formiranje šestog po redu velikog vodnog vala tijekom 2013. godine u Hrvatskoj.

Poplave u 2014. godini

Generalno, nije bilo područja u Republici Hrvatskoj koje, barem nakratko, nije imalo problema s viškom vode, jer je 2014. godina bila izuzetno kišna. U veljači su bila ugrožena Karlovačka i Sisačko-moslavačka županija, zatim u svibnju Požeško-slavonska, Sisačko-moslavačka, Brodsko-Posavska i Vukovarsko-srijemska županija, da bi u kolovozu ponovno zaprijetile bosanske pritoke Vrbas i Bosna. U rujnu su na slivu Save zabilježena dva velika vodna vala rijeke Kupe i jedan rijeka Save, Mure i Drave. U listopadu, nove ekstremne količine oborina formirale su velike vodne valove na rijekama Kupi, Korani, Glini i Uni.

Analiza poplava zabilježenih u periodu 2010. - 2014. godine na vodnom području rijeke Dunav, u nastavku teksta, ilustrativno prikazuje potencijalni scenarij nastanka rizika katastrofa od poplava sa značajnim posljedicama na život i zdravlje ljudi, utjecajem na gospodarstvo, na kritičnu infrastrukturu i na građevine od javnog društvenog značaja. Uvažavajući sve prethodne analize procjene rizika od poplava na vodnom području rijeke Dunav za potrebe analize rizika od katastrofa, kao najvjerojatniji neželjeni događaj uzrokovan poplavama kopnenih voda, obrađuju se poplave na području grada Karlovca, dok se kao događaj s najgorim mogućim posljedicama analiziraju događaji poput poplava donjeg Posavlja u svibnju 2014. godine.

3.6.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Negativni utjecaji poplava na kritičnu infrastrukturu se mogu promatrati kroz niz aspekata kao na primjer:

- velika brzina kretanja poplavnog vala (bujice, pucanje nasipa i sl),
- dugotrajna pokrivenost većih područja vodom koja može biti i zagađena uslijed nekog incidenta i
- indirektne štete na područjima koja nisu poplavljena uslijed prekida/poremećaja u prometu, telekomunikacijama, snabdijevanju električnom energijom, opskrbom vode i sl.

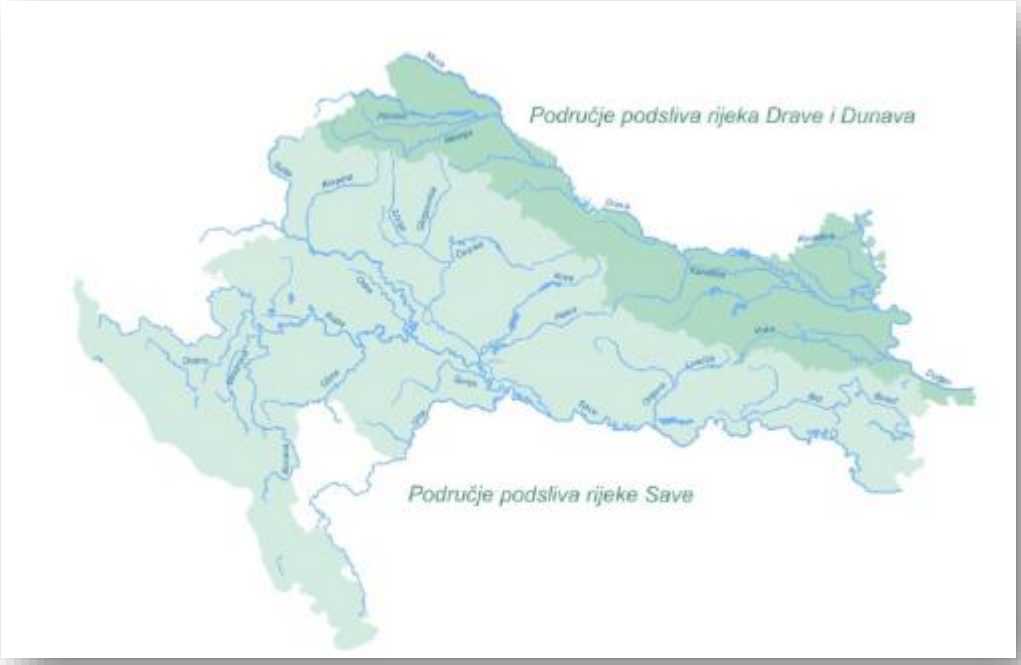
Radi toga može se smatrati da poplave imaju negativan utjecaj na sve navedene grupe kritične infrastrukture.

Utjecaj	Sektor
X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka,
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.6.1.4. *Kontekst*

Stanovništvo, društvo, administracija i upravljanje

Vodno područje rijeke Dunav u Hrvatskoj obuhvaća prostore sjeverne, središnje i istočne Hrvatske te zauzima površinu od 35.101 km², odnosno oko 62% državnog kopnenog teritorija. U administrativnom smislu, vodno područje obuhvaća 16 županija i Grad Zagreb. Prema popisu stanovništva iz 2001. godine na tim prostorima živi oko 3.046.000 stanovnika, odnosno oko 69%



Slika 6.6.-5. – Karta vodnog područja rijeke Dunav u Republici Hrvatskoj

ukupnog hrvatskog stanovništva. Naseljenost područja je vrlo neravnomjerna zbog različitog intenziteta gospodarskog razvitka pojedinih županija. Glavnina stanovništva živi u većim gradovima, dok su istovremeno brojni prostori vrlo rijetko naseljeni što se naročito odnosi na brdsko-planinske krajeve. Gustoća naseljenosti posebno je visoka u dva regionalna središta, Zagrebu i Osijeku. Gospodarska razvijenost na području je neravnomjerna. Najrazvijenija područja nalaze se sjeverozapadnoj Hrvatskoj, istočna i sjeveroistočna Hrvatska slabije su razvijene, a među najnerazvijenija spadaju brdsko-planinska područja središnje Hrvatske.

Operativna obrana od poplava provodi se sukladno Državnom planu obrane od poplava kojim su obuhvaćene i aktivnosti i mjere za obranu od leda na vodotocima. Obrana od poplava ustrojena je po sektorima, a unutar njih po branjenim područjima i dionicama vodotoka. Operativnu obranu od poplava provode organizacijske jedinice Hrvatskih voda. Glavni centar obrane od poplava u Republici Hrvatskoj je u Zagrebu u Direkciji Hrvatskih voda, a u sjedištima vodnogospodarskih odjela Hrvatskih voda (Zagreb, Osijek, Varaždin, Slavonski Brod, Rijeka i Split) nalaze se centri obrane od poplava na razini sektora. Osim navedenih centara obrane od poplava na mnogim su mjestima u Hrvatskoj osnovani terenski centri obrane od poplava dionica i vodočuvarskih područja i izgrađene su

vodočuvarnice kao terenske ispostave obrane od poplava. Interventne radove tijekom obrane od poplava svojom mehanizacijom, opremom i stručnim kadrovima obavljaju certificirane tvrtke, svaka na određenom branjenom području. Operativna obrana od poplava u državi dobro funkcionira, što je potvrđeno uspješnim evakuacijama brojnih velikih voda tijekom posljednjih desetljeća.

Funkcioniranje elemenata kritične infrastrukture

Na slivu Save je od velikih voda Save primjereno zaštićen samo grad Zagreb koji je, prema procjenama, siguran od 1 000-godišnjih velikih voda. Ostala područja uz Savu uglavnom su nedovoljno zaštićena. Uzvodno od Zagreba prema slovenskoj granici obrambeni nasipi samo su dijelom izgrađeni pa su niski dijelovi šire zaprešićke i samoborske regije ugroženi od poplava. Nizvodno od Zagreba pa sve do granice sa Srbijom, mnoga područja uz Savu imaju nižu razinu sigurnosti od potrebne, jer je zaštitni sustav srednjeg Posavlja nedovršen, a postojeći obrambeni nasipi na mnogim su mjestima nedovoljno visoki za zaštitu od ekstremno velikih voda koje se javljaju u posljednje vrijeme. Sustavom srednje Posavlje od poplava se izravno štite prostori uz Savu između Podsuseda i Stare Gradiške te prostori uz Kupu nizvodno od ušća Dobre, na kojima se nalaze veliki gradovi Zagreb, Sisak i Karlovac na kojima danas živi više od milijun stanovnika. Zbog redukcije vršnih protoka poplavnih valova u nizinskim retencijama, sustav srednje Posavlje ima ključnu važnost i u zaštiti od poplava slavonske dionice Save nizvodno od Stare Gradiške te u zaštiti od poplava u susjednim državama Bosni i Hercegovini i Srbiji. Zaštita od poplava zasnovana na nizinskim retencijama i prostranim poplavnim površinama omogućila je zadržavanje ekološki povoljnih uvjeta, tako da je zbog svojih izuzetnih prirodnih vrijednosti dio zaštitnog sustava srednje Posavlje proglašen Parkom prirode Lonjsko polje.

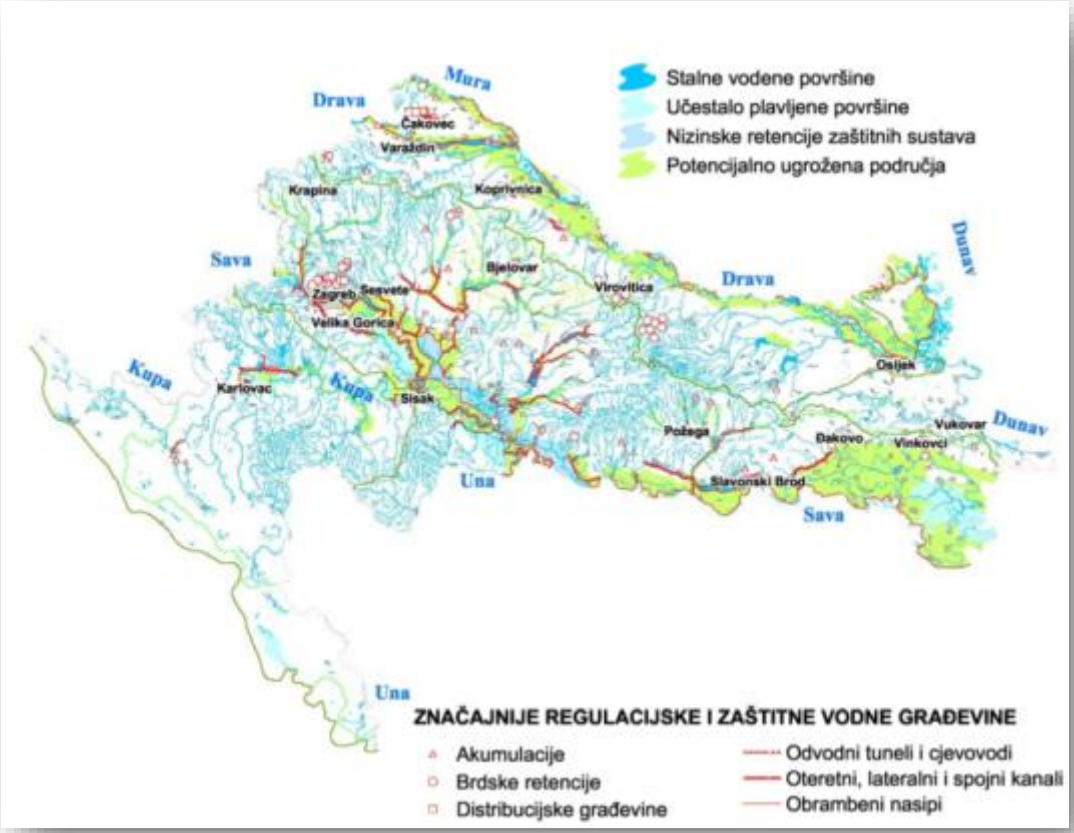
Na slivovima savskih pritoka zaštitni sustavi također su nedovršeni ili ih uopće nema. Opasnosti posebno prijete naseljima Hrvatskog zagorja koje ugrožavaju Krapina i njezini bujični pritoci, gradu Zagrebu koji je od medvedničkih bujica, usprkos djelomično izgrađenom zaštitnom sustavu od 19 brdskih retencija, zaštićen samo od 20 do 50-godišnjih velikih voda, naseljima u hrvatskom Pounju koje ugrožava Una te naseljima požeške kotline koja su ugrožena od Orljave i njezinih bujičnih pritoka. Od bujičnih brdskih voda nedovoljno su zaštićeni i drugi gradovi i naselja na slivovima Save i Kupe, među kojima se posebno ističe Ogulin u čijoj zaštiti od poplava važnu ulogu ima hidroenergetski sustav Gojak. Ugrožene su i mnoge poljoprivredne površine i infrastrukturne građevine, a kao specifičnost se ističe ugroženost od poplava na zatvorenim krškim poljima Gorskog kotara i Like.

Zaštita od poplava Dunava, Drave i Mure temelji se na obrambenim nasipima i širokim inundacijskim područjima uz vodotoke. Nasipi su dovršeni na većem dijelu područja, osim na nekim dionicama uz stara korita hidroelektrana Varaždin, Čakovec i Dubrava, uz rijeku Vučicu i na manjem dijelu Baranje. Posljednje pojave velikih voda ukazale su da na nekim dionicama postojeći nasipi ne zadovoljavaju svojom visinom i dimenzijama, pa ih je potrebno rekonstruirati. Izgradnjom i kasnijom rekonstrukcijom Glavnog dravskog nasipa, nasipa Drava-Dunav i Zmajevac-Kopačevo omogućena je učinkovita zaštita Baranje od velikih voda Drave i Dunava te očuvanje prostranih poplavnih površina uz ušće Drave u Dunav. Takvo rješenje ne samo da povoljno utječe na prirodni režim voda u Parku prirode Kopački rit nego i na zaštitu od poplava na nizvodnim područjima uz Dunav. Problem zaštite od poplava na Dunavu i donjoj Dravi predstavljaju i pojave ledostaja koje mogu prouzročiti ledene poplave. Za uklanjanje ledenih čepova koji ometaju nesmetano protjecanje vode koriste se brodovi

ledolomci. Najveći preostali problem zaštite od poplava na slivovima Drave i Dunava predstavlja velik broj bujičnih vodotoka koji ugrožavaju naselja i poljoprivredne površine u Međimurju, Podravini, Slavoniji i Podunavlju, što je potvrđeno brojnim poplavama na manjim slivovima u posljednje vrijeme. Sustavi zaštite od brdskih voda većim su dijelom dovršeni samo na slivnim područjima Međimurja i Županijskog kanala, dok na ostalim slivnim područjima postoje samo pojedinačne regulacijske i zaštitne vodne građevine, koje bez izgradnje brdskih akumulacija i retencija ne mogu osigurati primjerenu zaštitu nizinskih dijelova slivova od poplava.

Zaštitni sustavi na podslivu rijeke Save su djelomično dovršeni, uključujući i sustav srednje Posavlje, koji ima ključnu ulogu u zaštiti neposrednog zaobalja rijeke Save između Podsuseda i Stare Gradiške i rijeke Kupe nizvodno od ušća Dobre, kao i cijele dionice Save od Stare Gradiške do granice sa Srbijom. Regulacijski i zaštitni radovi duž toka Save imaju dugu tradiciju i rezultirali su postupnom izgradnjom obrambenih i uspornih nasipa koji osiguravaju određenu razinu zaštite gospodarski najznačajnijim područjima. Iskustvo pokazuje da na nekim dionicama oni ne zadovoljavaju svojom visinom pa ih je potrebno rekonstruirati, što se postupno čini. Negativne posljedice gubitka dijela prirodnih poplavnih površina uslijed izgradnje nasipa djelomično se saniraju uređenjem nizinskih retencija i ekspanzijskih površina smještenih na prostorima koji su najniži i koji su bili učestalo plavljeni i u prirodnom stanju. Formirano je pet nizinskih retencija (Lonjsko polje, Mokro polje, Kupčina, Zelenik i Jantak) i djelomično su izgrađena tri velika oteretna kanala (Odra, Lonja-Strug i Kupa-Kupa) i dva spojna kanala (Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma i Ilova-Pakra). Za kontrolu brdskih voda izgrađen je niz višenamjenskih akumulacija i brdskih retencija te više stotina kilometara lateralnih kanala za prikupljanje brdskih voda uz branjena područja. Zaštita od bujičnih brdskih voda je još uvijek nedovoljna.

I na području podsliva rijeka Drave i Dunava najveći radovi su ostvareni na velikim rijekama. Relativno dobra zaštita od poplavnih voda Dunava, Drave i Mure zasnovana je na obrambenim nasipima i širokim inundacijskim područjima uz rijeke. Nasipi su dovršeni na gotovo svim područjima gdje su potrebni, osim na nekim dionicama uz stara korita hidroelektrana Varaždin, Čakovec i Dubrava. Sustavi zaštite od brdskih voda dijelom su dovršeni jedino na područjima Međimurja i Županijskog kanala. Na ostalim dijelovima postoje samo pojedinačne regulacijske i zaštitne vodne građevine (*Slika 6.6.-6.).*



Slika 6.6.-6. – Značajnije regulacijske i zaštitne vodne građevine na vodnom području rijeke Dunav

Fizički, klimatološki, geografski, demografski, ekonomski i politički uvjeti

Prostorom dominiraju široke aluvijalne doline Save i Drave koje se prema zapadu postupno sužavaju na uže riječne inundacije. Južniji brdsko planinski krajevi većih nadmorskih visina kojima prolazi razvodnica dunavskog i jadranskog sliva pripadaju dinarskom kršu. U nizinskim dijelovima sliva prevladavaju obradive površine s ratarskim kulturama, dok u brdskim i gorskim predjelima sjeverne i središnje Hrvatske dominiraju šume.

U klimatskom pogledu na području dominira kontinentalna klima, ali se na rubnim područjima uz razvodnicu prema jadranskom području u velikoj mjeri osjeća utjecaj mediteranske klime koji postupno slabi u smjeru od mora prema sjeveru. Prosječna godišnja visina oborina na vodnom području iznosi oko 1.000 mm.

Vodnim područjem prolazi nekoliko važnih prometnih koridora koji međusobno povezuju zapadnu i jugoistočnu Europu te srednju Europu s Jadranskim morem.

Na vodnom području su 4.664 naselja prosječne veličine 653 stanovnika. Čak 97% naselja ima manje od 2.000 stanovnika, a u njima živi 41% ukupnog stanovništva. Preostalih 59% stanovnika živi u 139 naselja s više od 2.000 stanovnika. Od toga su 24 veća i velika urbana centra, preko 10.000 stanovnika,

među kojima dominira grad Zagreb. Ostalo su manji i srednji gradovi i naselja prijelaznoga karaktera veličine 2.000 do 10.000 stanovnika.

Za 2008. godinu je BDP na vodnom području procijenjen na 233.246 milijuna kuna ili 77.710 kuna po stanovniku, što je neznatno više od hrvatskog prosjeka. Na podslivu Save je ostvareno 79% BDP-a vodnoga područja (83.693 kuna po stanovniku), a na podslivu Drave i Dunava 21% BDP-a vodnoga područja (61.453 kuna po stanovniku). Najniže vrijednosti karakteristične su za istočne predjele.

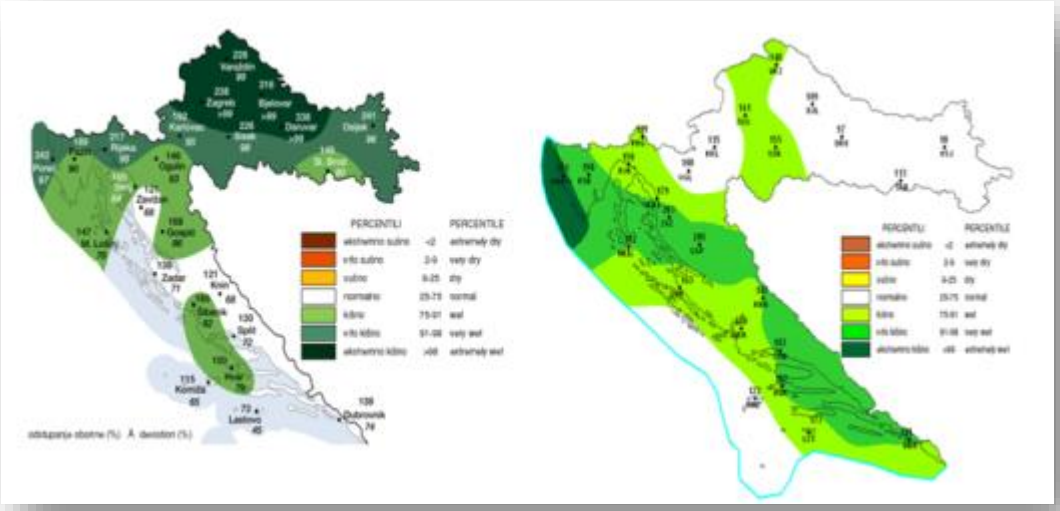
Prosječni neto raspoloživi dohodak kućanstava na vodnom području u 2008. godini, procijenjen na temelju podataka iz statistike nacionalnih računa, iznosi 49.345 kn godišnje po stanovniku. Udio neto raspoloživog dohotka kućanstava u BDP-u je visok (63,5%).

3.6.1.5. *Uzrok*

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

Godina 2010.

U slučaju poplava 2010. godine velike količine oborine koje su pale u Republici Sloveniji, Bosni i Hercegovini te uzvodnim podunavskim zemljama (Njemačka, Austrija, Slovačka i Mađarska) kao i na području Republike Hrvatske, uzrokovale su u rujnu i studenome 2010. godine, formiranje velikih vodnih valova na većem broju vodotoka (Sava i Drava s pritocima te Dunav). Na slici 6.6.-7 prikazano je povećanje količine oborine u odnosu na višegodišnje prosjeke.



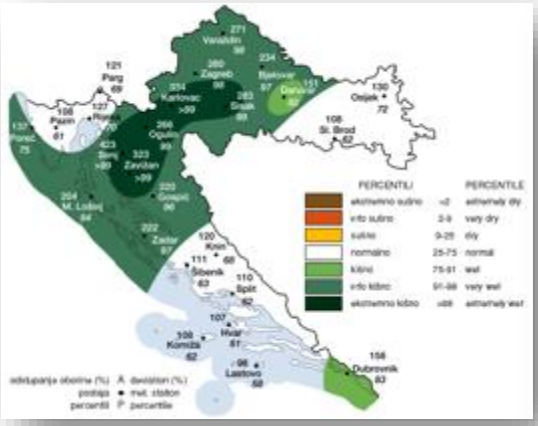
Slika 6.6.-7. – Količina oborine na području Hrvatske za rujan i studeni 2010. godine
(Izvor: DHMZ)

Godina 2012.

I 2012. godine su obilne količine oborine koje su pale krajem listopada i početkom studenoga, na slivovima rijeka Save, Kupe, Mure i Drave u Republici Sloveniji te Mure i Drave u Austriji, kao i na području Republike Hrvatske, bile uzrokom poplava na vodnom području rijeke Dunav.

Godina 2013.

U siječnju 2013. godine bilježe se ekstremno velike količine snježnih oborina, koje su na većem dijelu područja Republike Hrvatske i Slovenije iznosile od 50 do 170 cm. Uslijed nestabilnih vremenskih prilika i naglog zatopljenja, dolazi do otapanja velikih količina snijega. Istovremeno, posebice na



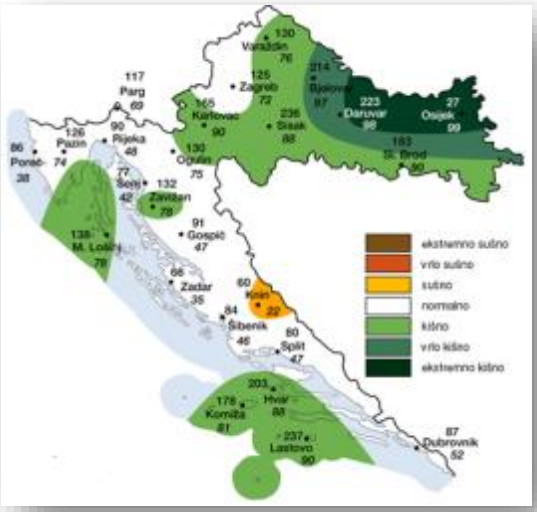
Slika 6.6.-8. – Odstupanje količine oborina u siječnju 2013. godine od višegodišnjeg prosjeka
(Izvor: DHMZ)

Slika 6.6.-9. – Odstupanje količine oborina u veljači 2013. godine od višegodišnjeg prosjeka
(Izvor: DHMZ)

području Like i Gorskog kotara dolazi do pojave obilnih kišnih oborina koje u kombinaciji s otapanjem snježnih oborina dovode do naglog porasta vodostaja i formiranja velikih vodnih valova rijeka Save i Kupe te njihovih brojnih manjih pritoka.

Ekstremne oborine koje su početkom mjeseca lipnja 2013. godine pale na području gornjeg dijela dunavskog sliva (Njemačka, Austrija, Slovačka, Mađarska) uvjetovale su nagli porast vodostaja cijelim tokom Dunava.

Godina 2014.
Poplavu 2014. godine je prouzročila ciklona s kojom je u dva dana pala rekordna količina kiše u mnogim mjestima u Hrvatskoj. Osim velike količine oborine poplavi je prethodilo i dugotrajno kišno razdoblje uslijed čega je tlo već bilo zasićeno vodom. Na slici 6.6.-10. je prikazana količina oborine na području Republike Hrvatske za svibanj 2014. godine.



Slika 6.6.-10. – Količina oborine na području Hrvatske u svibnju 2014. godine (Izvor: DHMZ)

<u>*Ključni uzrok nastanka katastrofe*</u>

Godina 2010.
Ključni direktni uzrok poplave u rujnu 2010. godine je bilo prelijevanje i prodor savskih nasipa, a prijelomni uzrok poplave u lipnju 2010. godine bile su posljedice pojave ekstremnih kišnih razdoblja koja su se praktično nastavljala jedno na drugo.

Godina 2012.
Veliki vodni val rijeke Drave koji se početkom studenoga 2012. godine kretao iz Austrije preko Slovenije do Hrvatske, uzrokovao je formiranje prodora u hidrotehničkom nasipu kod mjesta Otok Virje.

Godina 2013.
Ključni uzroci poplava tijekom 2013. godine su posljedice pojave ekstremnih kišnih razdoblja koja su se praktično nastavljala jedna za drugim te je došlo do premašenja kapaciteta korita rijeka.

Godina 2014.
Direktni uzrok poplave 2014. godine bili su pojava ekstremno visokog vodnog vala rijeke Save, kao i prodori lijevog savskog nasipa kod naselja Račinovci i Rajevo Selo. Prodori su nastali gotovo istovremeno, u popodnevnim satima, 17. svibnja, kod vrhunjenja vodostaja Save.

3.6.2. DOGAĐAJ

Vjerojatnosti opisanih događaja su:

- Veliki vodni val Save iz rujna 2010. godine, procijenjen je prema statističkim obradama na 100 godišnji.
- U mjestu Virje Otok izmjeren je protok rijeke Drave 2012. godine od čak 3.300 m^3/s, a to je razina koju rijeka Drava dostiže jednom u 1000 godina.
- Prema kriteriju vjerojatnosti pojave poplavni val rijeke Dunav i rijeke Kupe iz 2013. godine mogu se svrstati u događaje koji odgovaraju velikoj vjerojatnosti pojave.
- Poplavni val rijeke Save iz 2014. godine je procijenjen na povratno razdoblje od 1000 godina

3.6.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Poplave na području grada Karlovca

Područje grada Karlovca spada u poplavom najugroženija područja u Republici Hrvatskoj, a Karlovac je sigurno poplavom najugroženiji grad. Širim gradskim područjem teku Kupa, Korana, Mrežnica i Dobra kao i mnogobrojni manji potoci. Općenito, poplavljena budu gradska i prigradska naselja uz Kupu i Koranu, zatim obradive poljoprivredne i šumske površine uključujući i objekte infrastrukture, gospodarstva, a i kulturne objekte. Osim velikih voda rijeka, gradu Karlovcu prijete bujične vode. Cijelo područje grada, zbog dotrajale i preopterećene kanalizacije, ugroženo je i vlastitim oborinskim vodama. Izgradnja sustava obrane od poplava grada Karlovca započela je nakon velike poplave 1966. godine ali zbog njegove nedovršenosti i spore dogradnje do danas zaštićen je samo uži dio centra grada. Ostali dio područja i da lje je nebranjeno područje na kojem nije moguće vršiti obranu od poplava.

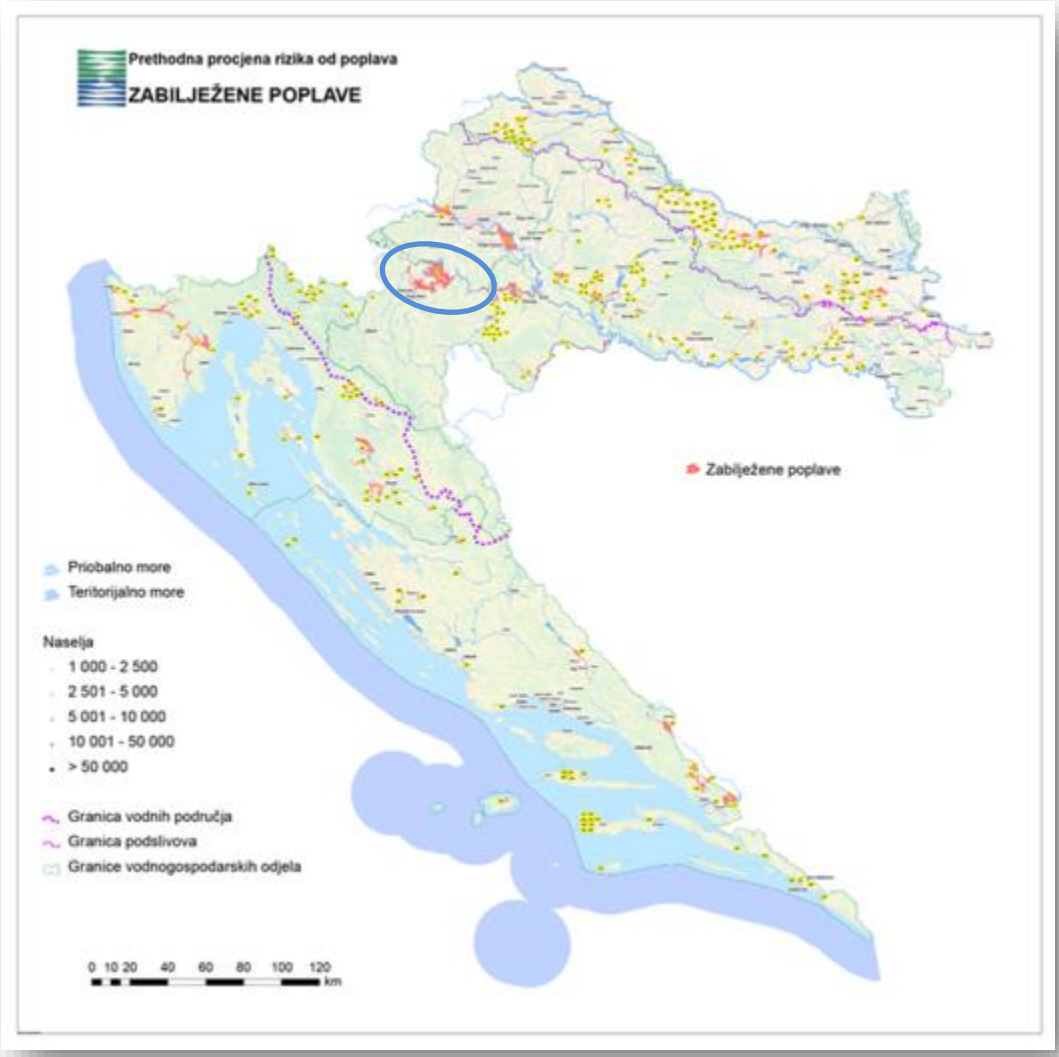
Pregledom povijesnih podataka može se zaključiti da se svake godine barem jednom proglašavaju redovne mjere obrane od poplava, a svake druge godine proglašavaju se izvanredne mjere obrane od poplave. Vodostaj za proglašenje izvanrednog stanja ili vrlo blizu njemu događa se otprilike svakih pet godina. Na slici 6.6.-11. je dan prikaz zabilježenih poplava u Republici Hrvatskoj s izdvojenim područjem Karlovca.

Godina 2013.

Meteorološke prilike početkom 2013. godine, direktno su utjecale na opasnost od poplava grada Karlovca, te poduzimanje svih radnji za provedbu aktivnih mjera obrane od poplava. Na području gornjeg i srednjeg toka (grad Karlovac) rijeka Kupa je izrazito bujičnog karaktera, te su mogući izrazito nagli porasti vodostaja, koji mogu biti i veći od 7 metara u samo jednom danu, što dodatno otežava pripremu i provedbu mjera obrane od poplava.

Na povoljne uvjete obrane od poplava grada Karlovca u siječnju 2013. godine utjecala je i činjenica da nije bilo većih dotoka rijeka Kupe, kao i rijeke Save iz Republike Slovenije, što je značajno doprinijelo mogućnosti pronosa velikih vodnih valova rijeka Kupe, Korane i Mrežnice kroz grad Karlovac i nizvodna područja. Mali protoci i vodostaji rijeke Save su značajno olakšali evakuaciju velikih vodnih

valova rijeka Kupe i Une u Savu, tako da nije bilo pojave većih uspora na područjima ušća navedenih rijeka u Savu.



Slika 6.6.-11. – Zabilježene poplave u Republici Hrvatskoj (područje Karlovca)

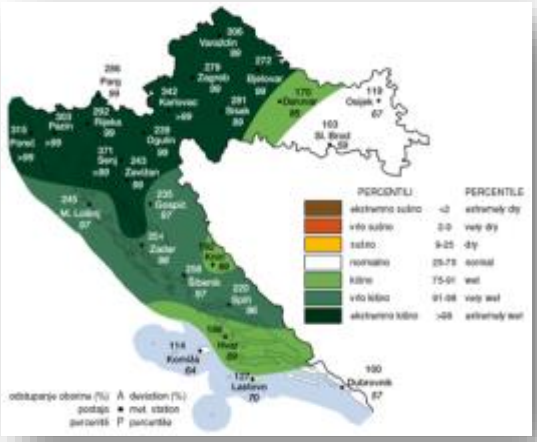
Ubrzo potom, početkom veljače 2013. godine, uslijed novih količina oborina i topljenja dijela snježnih zaliha dolazi do formiranja novih vodnih valova rijeka Kupe i Save, koje rezultiraju provedbom redovnih mjera obrane od poplava na području Karlovca, Siska i Jasenovca, ali i daljnjem zapunjavanju prirodnih poplavnih područja novim količinama voda na području Odranskog i Lonjskog polja. Unatoč pojavi ekstremnih hidroloških prilika i formiranju velikih vodnih valova na brojnim vodotocima, zahvaljujući uspješnoj provedbi redovnih i izvanrednih mjera nije bilo probijanja pojedinih linija sustava obrane od poplava. Ipak, visoki vodostaji su uzrokovali velike probleme na brojnim područjima. Uslijed izlijevanja Kupe, Korane i Mrežnice u nebranjena područja, poplavljene su velike poljoprivredne i šumske površine, kao i brojni objekti u vikend naseljima Stari Brod, Lužice, Vurot, Žažina i Letovanić uz rijeku Kupu. Poplavljen je veći broj lokalnih, te pojedinih

županijskih prometnica, što je znatno otežavalo prometnu komunikaciju između pojedinih naselja i prigradskih naselja na području grada Karlovca, kao i pristup uređaju za pročišćavanje otpadnih voda grada Karlovca.

Velike probleme stvarale su unutarnje oborinske vode, koje se zbog visokog vodostaja rijeka nisu mogle uspješno gravitacijski evakuirati, te su se brojnim mobilnim crpkama prebacivale u vodotoke. Potpuno povlačenje voda s poplavljenih površina i normalizacija stanja na širem području grada Karlovca i donjeg Pokuplja trajalo je punih sedam dana.

Godina 2014.

Prijetnja od poplava na širem području grada Karlovca ponovila se i u 2014. godini i to dva puta, u veljači, te potom i u rujnu iste godine. Tijekom prve polovice mjeseca veljače 2014. godine, na području slivova rijeka Kupe i Save u Sloveniji i Hrvatskoj, pale su ekstremno velike količine oborine, koje su prema podacima hidrometeoroloških službi mjestimice i višestruko premašile srednje mjesečne količine oborine za veljaču (*Slika 6.6.-12.*). Uslijed izrazito nestabilnih i nepovoljnih vremenskih prilika dolazi i do zatopljenja koje uzrokuje otapanje preostalih količina snijega, što u kombinaciji s pojavom obilnih količina oborine dovodi do naglog porasta vodostaja i formiranja velikih vodnih valova rijeka Save, Kupe, Mrežnice, Korane, Gline, Česme, kao i njihovih brojnih manjih pritoka.



Slika 6.6.-12. – Odstupanje količine oborine od višegodišnjeg prosjeka u veljači 2014. godine (Izvor: DHMZ)

U razdoblju od veljače do rujna 2014. godine ostvarena su dva nova maksimuma vodostaja rijeke Kupe. U veljači na stanici Karlovac maksimalni vodostaj rijeke Kupe iznosio je +827cm, da bi u rujnu vodni val premašio svoj maksimum iz veljače i postigao novi od +844cm.

Poplavne vode rijeka Kupe, Korane, Mrežnice i Dobre izlile su se u nebranjena područja i pritom poplavile brojne šumske i poljoprivredne površine, a nažalost stradalo je ili se u okruženju našlo i više stotina stambenih i gospodarskih objekata u 15-ak prigradskih naselja grada Karlovca. Poplavljen je i velik broj lokalnih te niži dijelovi pojedinih županijskih prometnica, što je znatno otežavalo prometnu komunikaciju između pojedinih prigradskih naselja na području grada Karlovca, kao i pristup uređaju za pročišćavanje otpadnih voda grada Karlovca.

Ipak, unatoč registriranim poplavama na području grada Karlovca, iz 2013. godine i dvije iz 2014. godine, nisu bile utvrđene štete većih razmjera, ali su ovi poplavni događaji ukazali da je u budućnosti moguće očekivati i pojavu većeg vodnog vala rijeke Kupe na području grada Karlovca. Stoga je potrebno žurno pristupiti daljnjoj dogradnji i unaprjeđenju sustava obrane od poplava na tom području, što uključuje dovršenje i stavljanje u punu funkcionalnost oteretnog kanala Kupa-Kupa,

dogradnju nasipa za potrebe obrane od poplava grada Karlovca, te razmatranje opravdanosti gradnje oteretnog kanala Korana-Kupa.

3.6.2.1.1. POSLJEDICE

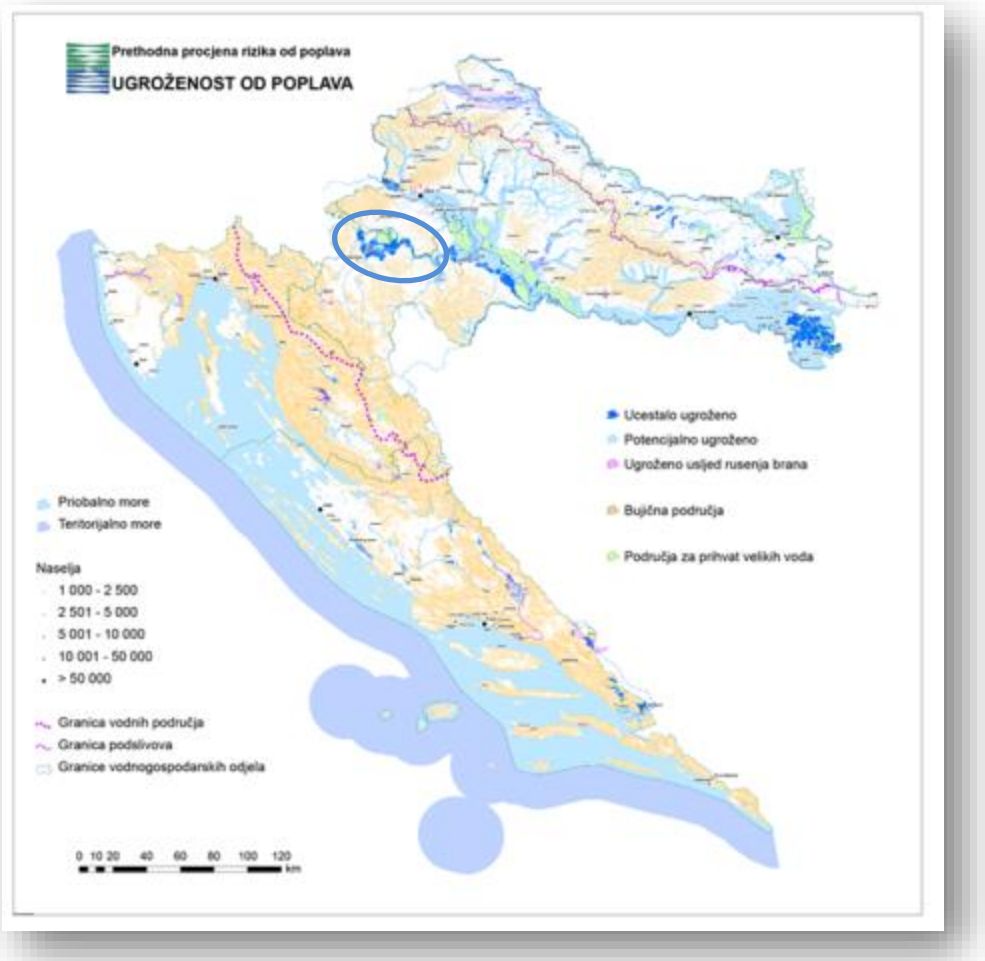
Obrada posljedice poplavnih događaja na širem području grada Karlovca odnosi se na događaje u 2014. godini.

Činjenična baza za procjenu

Baza za procjenu sastojala se od prikupljenih (raspoloživih) informacija o zabilježenim poplavnim događajima. Baza sadrži karte vodnog područja s granicama riječnih slivova, podslivova i priobalnih područja, s prikazom topografije i korištenja zemljišta. Zatim, sadrži prikaz poplava do kojih je došlo u prošlosti i koje su imale značajne štetne učinke na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost i za koje je vjerojatnost sličnih budućih događaja i dalje relevantna. Isto tako, sadrži prikaz značajnih poplava u prošlosti, kada se mogu predvidjeti značajne štetne posljedice sličnih budućih događaja te procjenu mogućih štetnih posljedica budućih poplava za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost.

Kvalifikacija i kvantifikacija posljedica (procjena, donja granica, gornja granica)

Zabilježene poplave na širem području Karlovca svrstane su u kategoriju značajnijih poplava koje su se dogodile u prošlosti, na temelju kojih se mogu predvidjeti značajne štetne posljedice sličnih budućih događaja. Procjena mogućih štetnih posljedica budućih poplava provedena je na načelu ujednačenog i uravnoteženog pristupa ocjeni ugroženosti i rizika od poplava na cjelokupnom području Republike Hrvatske. Na slici 6.6.-13. prikazana je ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj s izdvojenim područjem Karlovca.



Slika 6.6.-13. – Ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj (područje Karlovca)

3.6.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Podaci o broju ugroženih stanovnika dobiveni su na osnovi prikupljenih podataka s terena. Srećom, podaci pokazuju da nije bilo stradalih stanovnika, no posljedice potencijalne ugroze procjenjuju se obzirom na broj stanovnika na prostoru zahvaćenom rizikom od poplava kao katastrofalan. Osim direktne ugroženosti tijekom poplave, uočeno je da poplava izaziva i dugoročno pogoršanje životnog standarda na poplavljenom području (život u znatno lošijim uvjetima, stres, gubitak uspomena, pogoršanje životnog standarda, život u neadekvatnim uvjetima, prekid naobrazbe i slično).

Tablica 6.6.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	**X**

3.6.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Tijekom nastalih poplava u 2014. godini, na širem području Karlovca, bili su poplavljeni stambeni objekti, zaustavljene razne proizvodne aktivnosti, onemogućen odlazak na posao i u školu. Šteta je procijenjena na iznos od 30 milijuna kuna (*Izvor: Izvješće rukovoditelja obrane od poplava Branjenog područja 11, Sektor D o poplavama i provedenoj obrani od poplava u razdoblju veljača-rujan 2014.g, temeljeno na Izvješću Povjerenstva grada Karlovca o procjeni štete nastale usljed poplava na širem području grada Karlovac u veljači 2014. godine, Hrvatska vodoprivreda broj 208, srpanj/rujan 2014. godine*).

Štete na gospodarstvu nastale uslijed ovih poplava, u usporedbi s vrijednostima kriterija za posljedice na gospodarstvo (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) procjenjuju se kao neznatne.

Tablica 6.6.-3. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.6.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Oštećena kritična infrastruktura

Poplavljene su bile mnoge lokalne, regionalne i ostale ceste te seoski i poljski putovi. Na pojedinim lokacijama došlo je do urušavanja ulica, oštećenja obala, nasipa uz vodotoke, hidrotehničkih građevina (regulacijske gradnje, propusti i ustave), zatim do odrona i pojave klizišta kao i do zatrpavanja korita s naplavinama i riječnim nanosom te do proboja nasipa, kao i do velike opasnosti od zagađivanja površinskih i podzemnih voda pa i do pogoršanja kvalitete vode za piće. U sustav obrane od poplava svake godine se ulažu velika financijska sredstva. Posljedice poplava na oštećenu kritičnu infrastrukturu obuhvaćaju i financijske izdatke ulaganja u izgradnju, održavanje sustava obrane od poplava, kao i izdatke tijekom provedbe aktivnih mjera obrane od poplava.

Posljedice od poplava u 2014. godini na kritičnu infrastrukturu, na širem karlovačkom području , uključuju nastale štete na vodnogospodarskim objektima u iznosu od 30 milijuna kuna izdatke vezane uz aktivnu obranu od poplava tijekom kritičnih razdoblja, uključujući i godišnje izdatke na redovitom održavanju sustava obrane od poplava (*Izvor: Izvješće rukovoditelja obrane od poplava branjenog područja 11, Sektor D o poplavama i provedenoj obrani od poplava u razdoblju veljača-rujan 2014.g., temeljeno na Izvješću Povjerenstva grada Karlovca o procjeni štete nastale usljed poplava na širem području grada Karlovac u veljači 2014.g., Hrvatska vodoprivreda broj 208, srpanj/rujan 2014. godine*). Ove štete, u odnosu na vrijednosti kriterija za posljedice na društvenu stabilnost i politiku (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) ocjenjuju se kao neznatne.

Tablica 6.6.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Štete i oštećenja na građevinama od javnog društvenog značaja (prosvjetne, kulturne, vjerske i slične ustanove) nisu zabilježene na širem karlovačkom području tijekom poplava 2014. godine. (*Izvor: Izvješće rukovoditelja obrane od poplava branjenog područja 11, Sektor D o poplavama i provedenoj obrani od poplava u razdoblju veljača-rujan 2014.g, temeljeno na Izvješću Povjerenstva grada Karlovca*

o procjeni štete nastale uslijed poplava na širem području grada Karlovac u veljači 2014.g. Hrvatska vodoprivreda broj 208, srpanj/rujan 2014. godine).

Ove štete procijenjene u odnosu na vrijednosti kriterija za posljedice na društvenu stabilnost i politiku (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) ocjenjuju se kao neznatne. Ipak, treba napomenuti da su ove posljedice mogle dostići i viši stupanj procjene posljedica da nisu uložena značajna sredstva u aktivnu obranu od poplava.

Tablica 6.6.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Broj građana zahvaćenih prestankom rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Nematerijalna štete po stanovnike koja je nastala zbog prekida djelatnosti komunalnih službi i drugih pravnih osoba te djelatnosti tijela vlasti (izvršne i sudbene) i upravnih tijela koja su kritična za svakodnevni život i rad stanovništva na širem poplavljenom području grada Karlovca procijenjena je kao neznatna.

Tablica 6.6.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

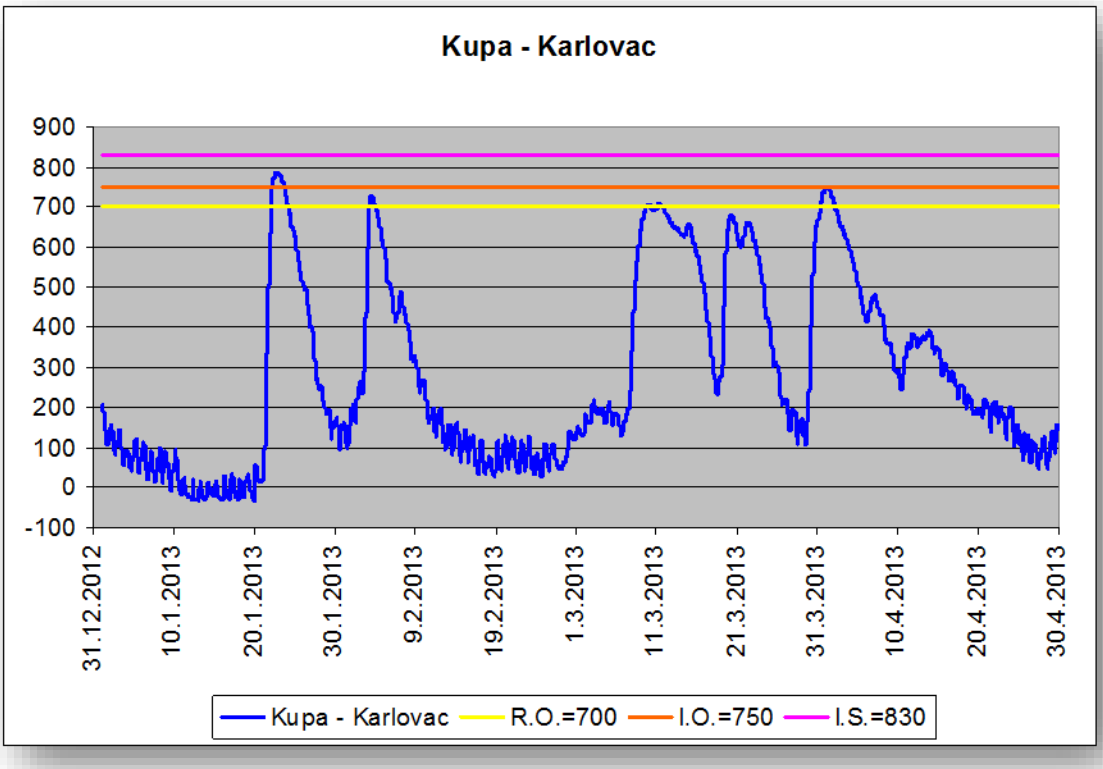
Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.6.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Obrazloženje vjerojatnosti (podaci, stručnjaci, predviđanja, iskustveni podaci)

2013. godina

Uslijed velikog dotoka Kupskih pritoka, dolazi do naglog porasta rijeke Kupe, te se uspostavljaju i



Slika 6.6.-14. – Vodostaji rijeke Kupe u Karlovcu za razdoblje od 1.1.2013. do 30.4.2013. godine
(R.O. – Redovna Obrana, I.O. – Izvanredna Obrana, I.S. – Izvanredno Stanje)

provode izvanredne mjere obrane od poplava. Dana 22. siječnja 2013. godine, vodostaj rijeke Kupe u Karlovcu doseže + 784 cm, što je za 88 cm niže u odnosu na maksimalno zabilježeni vodostaj iz 1939. godine od + 872 cm.

2014. godina

Uslijed ekstremnih hidroloških prilika dolazi do naglog porasta vodostaja i formiranja velikih vodnih valova rijeka Save, Kupe, Mrežnice, Korane, Gline, Česme, kao i njihovih brojnih manjih pritoka te se sredinom veljače 2014. godine vodostaj rijeke Kupe u Karlovcu nije spuštao ispod razine od +750 cm. Vodostaj rijeke Kupe u Karlovcu dosegnuo je maksimum od +827 cm dana 13. veljače 2014. godine u 02:00 sata, što je u tom trenutku bio treći vodostaj po veličini u povijesti otkad postoje službena mjerenja.

Maksimalno zabilježeni vodostaj datira još iz davne 1939. godine (+872 cm), a drugi po veličini bio je također davne 1966. godine (+830 cm). Važno je napomenuti da je u međuvremenu u razdoblju od

Slika 6.6.-15. – Grafički prikaz vodostaja rijeke Kupe za razdoblje od 4.2.2014. do 4.3.2014. godine

1970.-1982. izgrađen oteretni kanal Kupa-Kupa, koji je pri ovom poplavnom događaju u velikoj mjeri rasteretio područje grada Karlovca od još većih poplavnih voda te na taj način značajno utjecao na vodostaj rijeke Kupe u Karlovcu, a koji bi bez navedenog rasterećenja sigurno dosegao i puno višu razinu.

Nakon ovog prvog udarnog vodnog vala rijeke Kupe, u narednih 10 dana uslijedila su još 3 manja vodna vala (ostvareni maksimumi u Karlovcu redom od +682 cm, +604 cm i +579 cm) koji su onemogućili brže povlačenje poplavnih voda s poplavljenih površina te je normalizacija stanja i potpuno povlačenje poplavnih voda na širem području grada Karlovca i donjeg Pokuplja trajalo gotovo puna 2 tjedna, odnosno sve do 25. veljače 2014. godine.

Nove oborine u rujnu uzrokovale su novi porast vodostaja svih rijeka na području uzvodno od Karlovca. U Karlovcu je 14. rujna 2014. godine izmjeren vodostaj od +844 cm koji je zauzeo drugo mjesto po veličini u povijesti otkad postoje službena mjerenja.

Kvalifikacija i kvantifikacija vjerojatnosti (procjena, najveća i najmanja)

Prema kriteriju vjerojatnosti pojave poplavni događaji na području grada Karlovca iz 2013. godine i veljače 2014. godine mogu se svrstati u događaje koji odgovaraju velikoj vjerojatnosti pojave, a poplavni val iz rujna 2014. godine odgovara srednjoj vjerojatnosti pojave i kao takav kategoriziran je u iznimno veliku vjerojatnost.

Tablica 6.6.-7. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	**X**

3.6.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

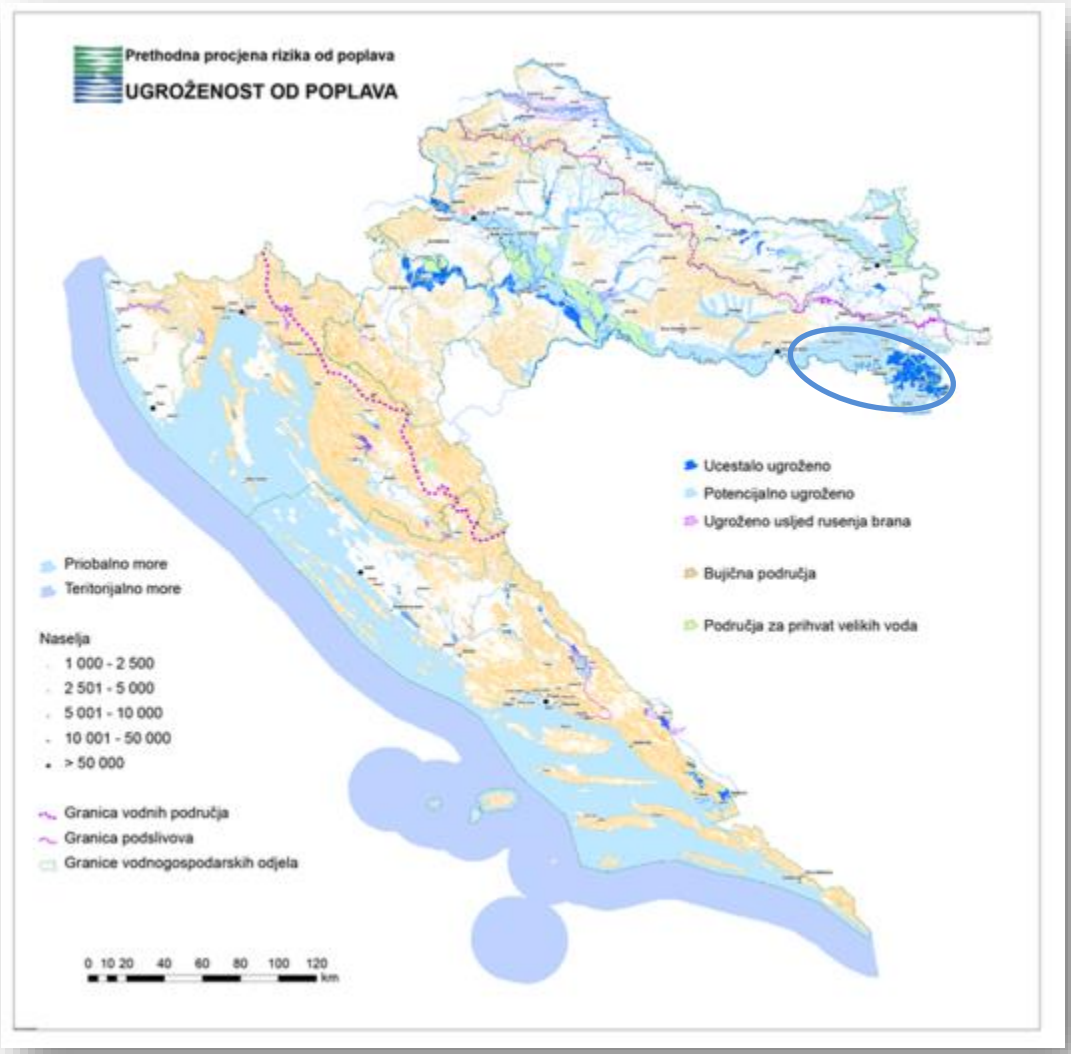
Poplava donjeg Posavlja

U posljednjih nekoliko godina prisutan je evidentan porast učestalosti i jačine poplavnih događaja u Hrvatskoj, naročito na slivu rijeke Save. Iznadprosječna količina pale oborine u razdoblju od 12. do 17. svibnja 2014. godine, tlo i nasipi već posve zasićeni vodom te izuzetno dugačka linija obrane od poplava i pritisak desnih pritoka rijeke Save iz Bosne i Hercegovine, imalo je za posljedicu poplavu velikih razmjera. Poplave su zadesile područja riječnih nizina koja nemaju izgrađen sustav zaštite od poplava, a poplavljene su kuće, gospodarski objekti, ceste i poljoprivredne površine. Dva prodora savskih nasipa izazvala su poplave područja koja imaju izgrađen sustav obrane od poplava i smatrala su se sigurno zaštićenim od 100 godišnjih velikih voda. Poplavljen je niz naselja, prometnica i poljoprivrednih površina

3.6.2.2.1. POSLJEDICE

Činjenična baza za procjenu

Baza za procjenu sastojala se od prikupljenih (raspoloživih) informacija o zabilježenim poplavnim događajima. Baza sadrži karte vodnog područja s granicama riječnih slivova, podslivova i priobalnih područja, s prikazom topografije i korištenja zemljišta. Zatim, sadrži prikaz poplava do kojih je došlo u prošlosti i koje su imale značajne štetne učinke na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost i za koje je vjerojatnost sličnih budućih događaja i dalje relevantna. Također, sadrži prikaz značajnih poplava u prošlosti, kada se mogu predvidjeti značajne štetne posljedice



Slika 6.6.-16. – Ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj (područje donjeg Posavlja)

sličnih budućih događaja te procjenu mogućih štetnih posljedica budućih poplava za zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost.

Kvalifikacija i kvantifikacija posljedica (procjena, donja granica, gornja granica)
Svibanjska poplava donjeg Posavlja, svrstana je u kategoriju poplava koje su imale značajne štetne učinke na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost i za koje je vjerojatnost sličnih budućih događaja i dalje relevantna, uključujući njihov opseg i putove otjecanja poplavnih voda i procjenu štetnih učinaka koje su prouzročile. Procjena mogućih štetnih posljedica budućih poplava provedena je na načelu ujednačenog i uravnoteženog pristupa ocjeni ugroženosti i rizika od poplava na cjelokupnom području Republike Hrvatske. Na slici 6.6.-16 prikazana je ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj s izdvojenim područjem donjeg Posavlja.

3.6.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tijekom poplave poginule su 2 osobe i evakuirano je preko 13.000 ljudi uključujući općine koje nisu bile poplavljene (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*). Osim direktne ugroženosti tijekom poplave, treba voditi računa da je poplava izazvala i dugoročno pogoršanje životnog standarda na poplavljenom području (život u znatno lošijim i neadekvatnim uvjetima, stres, gubitak uspomena, pogoršanje životnog standarda, prekid naobrazbe i slično).

Tablica 6.6.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	**X**

3.6.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Značajna grana gospodarstva na području donjeg Posavlja je poljoprivreda i stočarstvo.

Procijenjeno je da je svibanjska poplava uništila preko 8.500 ha od 75.661 ha ukupne poljoprivredne površine. Procijenjena je šteta u iznosu od oko 55 milijuna kuna. Na poplavljenim površinama najviše je bilo zasijano pšenice, kukuruza i soje. (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*).

Osim poljoprivredne štete, značajna šteta prouzročena je i na većem broju proizvodnih pogona, pri čemu treba voditi računa da je, osim direktne materijalne štete, prouzročena i indirektna šteta (prekid proizvodnje na duži vremenski rok i slično).

Uz štete na usjevima značajne štete nastale su i na stočnom fondu. Preko 5.500 grla stoke je evakuirano i preko 1.000 uginulo. Procijenjena šteta iznosi oko 4,5 milijuna kuna. (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*).

Na više od 7.500 objekata (kuće i gospodarski objekti) zabilježene su štete koje se procjenjuju na preko 1,2 milijardi kuna (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*).

Prikazana šteta, u iznosu od oko 1,26 milijardi kuna, je dana u odnosu na vrijednosti kriterija za posljedice na gospodarstvo (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) i ocjenjuje se kao umjerena.

Tablica 6.6.-9. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.6.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Oštećena kritična infrastruktura

U poplavi oštećena je komunalna infrastruktura (struja-niskonaponska mreža, vodovodna i kanalizacijska mreža, prometna infrastruktura). Ukupno je poplavljeno 50,65 km županijskih i lokalnih cesta, isključeno je 55 km niskonaponske mreže. Lokalna vodocrpilišta su devastirana, poplavljena su vodomjerna okna i oštećena su vodobrojila. Troškovi uspostave vodoopskrbnog sustava procijenjeni su na 19,3 milijuna kuna (*Izvor: Izvješće o provedbi obrane od poplava i štetama u svibnju 2014. godine na području Republike Hrvatske, Hrvatske vode, 2014. godine*). Odnosno, štete na komunalnoj infrastrukturi se procjenjuju na preko 220 milijuna kuna (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*).

Oštećeni su nasipi uz vodotoke, hidrotehničke građevine (kanalska mreža, regulacijske gradnje, propusti i ustave), zatim došlo je do odrona i pojave klizišta kao i do zatrpavanja korita s naplavinama i riječnim nanosom te do proboja nasipa. Nastale štete na vodnim građevinama procijenjene su na oko 95 milijuna kuna. Ovim financijskim izdacima pribrojani su i izdaci godišnjih ulaganja u održavanje sustava obrane od poplava, kao i izdaci tijekom provedbe aktivnih mjera obrane od poplava. Ovi izdaci iznosili su 200 milijuna kuna (*Izvor: Plan upravljanja vodama za 2014. godinu, Hrvatske vode*).

Prikazana šteta je dana u odnosu na vrijednosti kriterija za posljedice na društvenu stabilnost i politiku (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) i ocjenjuje se kao malena.

Tablica 6.6.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Na 19 zgrada javnih ustanova (prosvjetne, kulturne, vjerske i slične ustanove) štete se procjenjuju na oko 8 milijuna kuna. (*Izvor: Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine*).

Prikazana šteta je dana u odnosu na vrijednosti kriterija za posljedice na društvenu stabilnost i politiku (*Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015*) i ocjenjuje se kao neznatna.

Tablica 6.6.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Broj građana zahvaćenih prestankom rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Nematerijalna štete po stanovnike koja je nastala zbog prekida djelatnosti komunalnih službi i drugih pravnih osoba te djelatnosti tijela vlasti (izvršne i sudbene) i upravnih tijela koja su kritična za svakodnevni život i rad stanovništva na širem poplavljenom području donjeg Posavlja procijenjena je kao umjerena.

Tablica 6.6.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	**X**
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.6.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Obrazloženje vjerojatnosti (podaci, stručnjaci, predviđanja, iskustveni podaci)

Visoki vodostaji Save zabilježeni su i u 19. i 20. stoljeću, no bez većih posljedica. Zadnjih pet godina uočava se povećana učestalost pojave ekstremno visokih maksimuma velikih vodnih valova na cijelom slivu rijeke Save u Hrvatskoj. Poplavni val iz svibnja ove godine obilježen je kao 1000 godišnji na donjem toku Save s do sada nezabilježenim vodostajima. Na rijeci Savi nadmašeni su do sada maksimalno zabilježeni vodostaji u Slavonskom Brodu, Slavonskom Šamcu i Županji (Tablica 6.6.-13.).

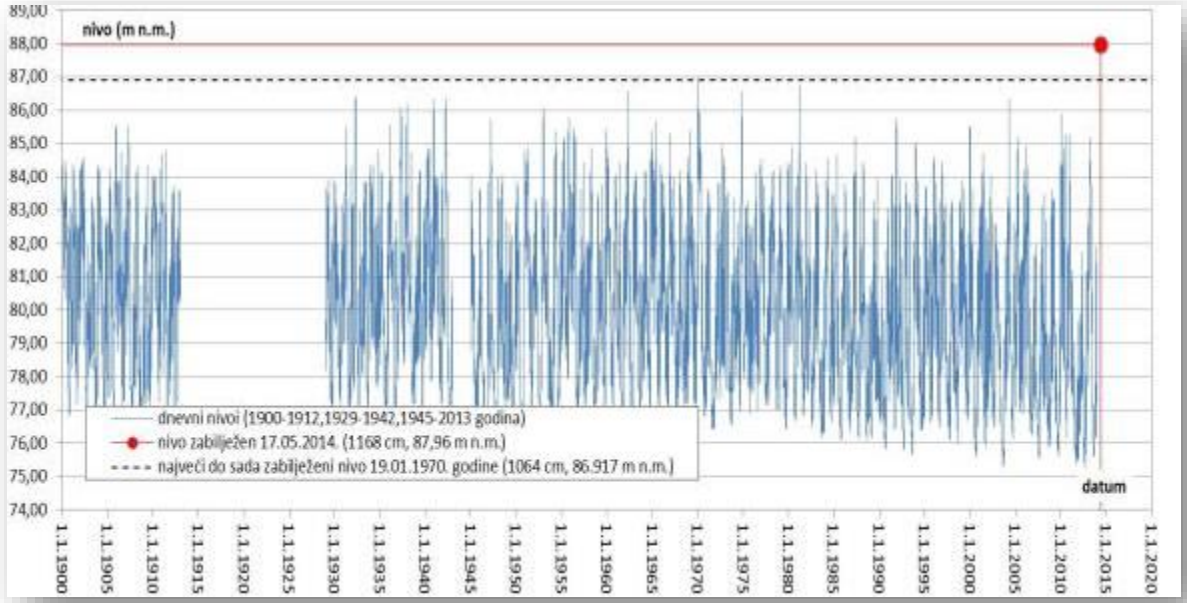
Tablica 6.6.-13. - Maksimalni vodostaji na Savi

Stanica	Maksimum zabilježen od početka rada stanica do 2013. godine (cm)	Maksimum vodnog vala zabilježenog u svibnju 2014. godine (cm)	Razlika (cm)
Slavonski Brod	883	939	**56**
Slavonski Šamac	777	891	**114**
Županja	1064	1194	**130**

Na slici 6.6.-17. prikazan je vremenski niz dnevnih vodostaja Save kod Županje iz razdoblja od 1900. do 2013. godine zajedno s vodostajem izmjerenim 17. svibnja 2014. godine.

Prema podacima iz Republike Bosne i Hercegovine, vodostaj rijeke Bosne na vodomjernoj stanici Doboj bio je za 150 cm viši u odnosu na do tada najviši zabilježeni vodostaj. Vodostaj rijeke Vrbas na vodomjernoj stanici Delibašino Selo bio je za oko 100 cm viši od ikad zabilježenog.

Državni hidrometeorološki zavod Republike Hrvatske izmjerio je na vodomjernoj stanici Slavonski Brod, dana 23. svibnja 2014. protok od 2.917 m^3/s, dana 17. svibnja 2014. godine na vodomjernoj stanici Slavonski Šamac protok od 6.008 m^3/s te na vodomjernoj stanici Županja, dana 16. svibnja 2014. protok od 5.500 m^3/s.



Slika 6.6.-17. – Nivogram vodomjerne stanice Županja na Savi

Kvalifikacija i kvantifikacija vjerojatnosti (procjena, najveća i najmanja)

Primjenom metoda matematičke statistike određuje se vjerojatnost pojave velike vode. Poplavni val iz svibnja ove godine obilježen je kao 1000 godišnji na donjem toku rijeke Save, odnosno odgovara poplavama većeg povratnog razdoblja, odnosno maloj vjerojatnosti pojave. Glavni uzrok poplave bilo je pucanje nasipa. Taj okidač ne mora biti nužno vezan uz događaj tako male vjerojatnosti, može se dogoditi s vrlo sličnim posljedicama i kod događaja znatno veće vjerojatnosti, primjer 2010. godina područje nizvodno od Zagreba. Stoga je naveden događaj klasificiran kao mala vjerojatnost.

Tablica 6.6.-14. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

Na temelju kombinacije dobivenih vrijednosti posljedica za sve tri kategorije (život i zdravlje ljudi, gospodarstvo i društvena stabilnost i politika) i vjerojatnosti izrađene su matrice rizika za događaj A

i događaj B. Ocjena složenosti matrice ukupnog rizika je dobivena na osnovi rezultata metode težinskih koeficijenata. Osim financijskih šteta značajan utjecaj na gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku (kritična infrastruktura, građevine javnog društvenog značaja i štete po stanovnike izazvane zbog gubitka usluga i javnih servisa) imaju i posljedice uzrokovane negativnim posljedicama na stanovništvo. Radi toga je težinskom koeficijentu stanovništva dodijeljena vrijednost četiri (4), odnosno na gospodarske posljedice i na društvenu stabilnost i politiku jednak utjecaj imaju koliko financijske štete toliko i ugroženost stanovništva.

3.6.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Kako se došlo do vjerojatnosti
Primjenom metoda matematičke statistike određuje se vjerojatnost pojave velike vode.

Prema kriteriju vjerojatnosti pojave poplavni događaji na području grada Kralovca iz 2013. godine i veljače 2014. godine mogu se svrstati u događaje koji odgovaraju velikoj vjerojatnosti pojave, a poplavni val iz rujna 2014. godine odgovara srednjoj vjerojatnosti pojave i kao takav kategoriziran je u iznimno veliku vjerojatnost.

Poplavni val iz svibnja 2014. godine obilježen je kao 1000 godišnji na donjem toku rijeke Save, odnosno odgovara poplavama većeg povratnog razdoblja, odnosno maloj vjerojatnosti pojave. Glavni uzrok poplave bilo je pucanje nasipa. Taj okidač ne mora biti nužno vezan uz događaj tako male vjerojatnosti, može se dogoditi s vrlo sličnim posljedicama i kod događaja znatno veće vjerojatnosti, primjer 2010. godina područje nizvodno od Zagreba. Stoga je naveden događaj klasificiran kao mala vjerojatnost.

Kako su se procijenile posljedice
Procjena posljedica od poplava napravljena je prema prikupljenim i obrađenim podacima sa terena, dok procjena za druge štetne posljedice (prekidi u prometu, prekidi u poslovanju, psihološka šteta, migracija, ozlijeđeni i slično) nije računata.

Kako se izražavao rizik (ukupni pogotovo)
Ocjena složenosti matrice ukupnog rizika je dobivena na osnovi rezultata metode težinskih koeficijenata. Osim financijskih šteta značajan utjecaj na gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku (kritična infrastruktura, građevine javnog društvenog značaja i štete po stanovnike izazvane zbog gubitka usluga i javnih servisa) imaju i posljedice uzrokovane negativnim posljedicama na stanovništvo. Radi toga je težinskom koeficijentu stanovništva dodijeljena vrijednost četiri (4), odnosno na gospodarske posljedice i na društvenu stabilnost i politiku jednak utjecaj imaju koliko financijske štete toliko i ugroženost stanovništva.

Tablica 6.6.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

Koliko griješi korištena metodologija
Općenito se može reći da korištena metodologija, dostupnost podataka, nesigurnosti i vizualizacije ukazuju da je opisana procjena rizika od katastrofa samo procjena te se u osnovi može zaključiti da je metodologija zadovoljavajuća.

Koliko su vjerodostojni podaci

Pri izradi procjene rizika od katastrofa korišteni su svi podaci koji su djelomično dostupni u Hrvatskim vodama (podaci o zabilježenim poplavama i o vodnim građevinama), koji su djelomično prikupljeni iz ostalih institucija (CORINE baza podataka, digitalni model terena, stanovnici i sl.), a koji su djelomično rezultati projekata simulacije poplava i kao takvi imaju nedostatake i/ili pogreške.

3.6.4. POPIS LITERATURE

1. Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management Europske Komisije (SEC(2010) 1626)
2. Odluka o postupku izrade Procjene rizika od katastrofa u RH
3. Smjernice za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, lipanj 2014. godine
4. Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH, travanj 2015. godine
5. Akcijski plan izrade Procjene rizika
6. Popis koordinatora za pojedine rizike
7. EU Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (2007/60/EG), Europski parlament i vijeće
8. Zakon o vodama (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14)
9. Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (NN 153/09, 90/11, 56/13, 154/14)
10. Državni plan obrane od poplava (NN 84/2010)
11. Glavni provedbeni plan obrane od poplava (studeni 2014. godine, http://www.voda.hr/001-574)
12. Plan zaštite i spašavanja za područje Republike Hrvatske (NN 96/2010)
13. Izvješće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji, Državna uprava za zaštitu i spašavanje, 2014. godine
14. Izvješće o provedbi obrane od poplava i štetama u svibnju 2014. godine na području Republike Hrvatske, Hrvatske vode, 2014. godine
15. Izvješće rukovoditelja obrane od poplava Branjenog područja 11, Sektor D o poplavama i provedenoj obrani od poplava u razdoblju veljača-rujan 2014. godine
16. Plan upravljanja vodama za 2014. Godinu, Hrvatske vode, 2014. godine
17. Prethodna procjena rizika od poplava, Hrvatske vode, 2013. godine, http://korp.voda.hr/
18. Hidrološki informacijski sustav HIS 2000, Državni hidrometeorološki zavod
19. Plan upravljanja vodnim područjima 2016.-2021. (NN 66/16)

3.7. *Potres*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena je ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.7.1. OPIS SCENARIJA

3.7.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog razdoblja usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti
Grupa rizika:
Potres
Rizik:
Potres
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja (MGIPU)
Glavni nositelj:
Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja (MGIPU)
Glavni izvršitelj:
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

3.7.1.2. *Uvod*

Scenarij potresa u gradu Zagrebu je identificiran i detaljnije razrađen tijekom 2014. i 2015. godine u sklopu postupku izrade Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj prema odluci Vlade Republike Hrvatske (Klasa:022-03/13-04/487, Urbroj: 50301-09/06-13-2 iz studenog 2013.

godine). Tada se u grupi rizika *Potres* napravila procjena rizika od potresa (PRoP-ZG2015) sa scenarijem: *Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog razdoblja usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti* [1]. Odlukom Vlade iz rujna 2016. godine (Klasa: 022-03/16-04/253, Urbroj: 50301-09/09-16-2) o osnivanju radnih tijela Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa za izradu dokumenata i provođenje aktivnosti na području smanjenja rizika od katastrofa su pokrenute aktivnosti u koje je uključeno i ažuriranje te postojeće procjene rizika od katastrofa što je predmet ovog dokumenta.

U postojećim procjenama rizika [2] od katastrofa potres je istaknut kao jedan od najvećih rizika za Republiku Hrvatsku, sa katastrofalnim posljedicama u gotovo svim kategorijama. Prema postojećim rezultatima iz PRoP-ZG2015 se može zaključiti da potres spada u neprihvatljive rizike. Nažalost, svijest o riziku od potresa u Hrvatskoj nije razvijena, sustav je relativno zanemaren, odnosno ne postoji tijelo koje je kontinuirano posvećeno riziku od potresa i koje sustavno radi na umanjenju posljedica.

Stoga je jedan od osnovnih motiva postojeće PRoP-ZG2015 bio napraviti temelj (na razini države) na koji se mogu osloniti sve buduće procjene uključujući detaljnije procjene s lokalne razine koje se moraju napraviti prema novom Pravilniku [3]. Ključno je bilo i upozoriti na probleme s kojim se susreću sve procjene rizika od potresa odnosno kritički sagledati cjelokupnu situaciju s obzirom na komponente rizika. Jedan od osnovnih zaključaka postojeće PRoP-ZG2015 je da je vrlo teško napraviti pouzdane procjene rizika od potresa s obzirom na velike probleme što se tiče manjkavosti podataka o građevinama (u bazama podataka ne postoje podaci o konstrukcijama, postojeći statistički podaci nisu prilagođeni, veliki broj nezakonito izvedenih zgrada i slično). Treba imati na umu navedene probleme jer se na njih izravno vežu i procjene kapaciteta i sposobnosti za upravljanje rizicima, definiranje Strategije za smanjenje rizika od katastrofa, ali i ispunjavanje obveza poput UN Sendai okvira.

Postojeća PRoP-ZG2015 sadrži opsežni opis scenarija koji je obuhvaćao presjek kroz trenutno stanje istraživanja u Republici Hrvatskoj, ali i u svijetu. Analizirajući komponente rizika od potresa (potresna opasnost, izloženost, oštetljivost zgrada i u konačnici pridružene posljedice) napravljen je pregled raspoloživih podataka (baza podataka), postojećih metodologija, ukazano je na brojne manjkavosti koje onemogućuju preciznije procjene rizike i slično. U uvodnom dijelu ovog dokumenta će se izdvojiti ključni dijelovi postojeće PRoP-ZG2015 koji će se koristiti i prilikom ažuriranja, a koji su bitni za cjelokupnu sliku situacije u Republici Hrvatskoj.

Ažuriranje procjene rizika od potresa će se u velikoj mjeri oslanjati na postojeću PRoP-ZG2015. Zadržan je isti scenarij vezan za Grad Zagreb s obzirom na iznimnu važnost grada Zagreba kao glavnog grada Republike Hrvatske za društvenu, gospodarsku i političku stabilnost države, vodeći računa o velikoj gustoći naseljenosti i izgrađenosti, uz istovremenu visoku razinu seizmičkog hazarda [1]. Scenarij obuhvaća dvije razine podrhtavanja tla (uzrokovane potresom) u gradu Zagrebu koje su usklađene s razinom seizmičkog hazarda definiranim u važećim propisima za projektiranje potresne

otpornosti (Eurocode 8 [4, 5]) prema Karti seizmičkih područja u Republici Hrvatskoj [6]. Stoga je za najvjerojatniji neželjeni događaj (NND, slabiji potres) odabran potres s povratnim periodom 95 godina, a za događaj s najgorim mogućim posljedicama (DNP, jači potres) je odabran potres povratnim periodom od 475 godina.

Motivacija za ažuriranje postojeće PRoP-ZG2015 je što se i prema manjkavim podacima pokazalo da razorni potres u Zagrebu može imati katastrofalne posljedice koje mogu ugroziti ekonomsku i društvenu stabilnost države. Budući da potrese nije moguće spriječiti, provođenje mjera za ublažavanje posljedica potresa i pripremljenost društvene zajednice od iznimne su važnosti, zbog toga je nužno kontinuirano i odgovorno raditi na dobivanju što preciznijih procjena prema kojima se donose strategije. Dodatno, u proteklih par godina je pokrenuto nekoliko novih inicijativa/procjena rizika čiji se rezultati mogu uključiti u ažuriranje procjene rizika od potresa.

Općenito se može zaključiti da trenutno postoji više različitih procjena rizika od potresa za Grad Zagreb koje koriste različite pristupe, ali dok se ne osiguraju pouzdani podaci o konstrukcijama (projekti su u pripremi) neće postojati potpuna i pouzdana procjena rizika. Svaka od procjena ima svoje prednosti i manjkavosti, stoga će se u poglavlju 6.7.1.6. kronološki opisati sve dostupne postojeće procjene rizika pri čemu će biti izdvojeni rezultati korisni za razradu scenarija, uključujući osvrt na nepouzdanosti (manjkavosti) procjene. Dodatno, za potrebe izrade ovog dokumenta odnosno ažuriranja postojeće procjene rizika od potresa (PRoP-ZG2015) napravljena je i dodatna procjena (detaljnije opisana u poglavlju 3.7.1.7) koja je osnova za analize scenarija (poglavlje 6.7.2.), a kojom su se pokušale nadomjestiti uočene manjkavosti. U poglavlju metodologija i nepouzdanost (poglavlje 6.7.4.) je napravljen detaljniji osvrt na sve manjkavosti i dodatne korake koje je nužno obuhvatiti u budućim aktivnostima s ciljem dobivanja što preciznije procjene rizika od potresa koja je nužna za pouzdanije procjene kapaciteta, sposobnosti i definiranja strategija.

3.7.1.3. *Prikaz posljedica*

Potres pripada skupini prirodnih rizika koji se ne mogu predvidjeti, a s određenom se vjerojatnošću mogu dogoditi u bilo kojem trenutku. Najčešće se očituje kao podrhtavanje tla zbog naglog oslobađanja energije u Zemljinoj kori i najčešće razmatramo potrese koji nastaju zbog tektonskih promjena [7]. Pokazalo se da i unatoč velikom globalnom napretku (u svakom pogledu) uključujući i kontinuirana poboljšanja propisa za gradnju, potresi mogu uzrokovati uništenje dijelova grada ili čak cijelih naselja [8-11].

Posljedice razornog potresa najčešće su oštećenja ili rušenja građevina što ponajprije uključuje stambene zgrade, ali i svu kritičnu infrastrukturu (primjerice bolnice, industrijske objekte, kulturno-spomeničku baštinu, prometnu i komunalnu infrastrukturu i slično). Prikaz posljedica djelovanja potresa najčešće se povezuje sa značajnom izravnom i neizravnom štetom na imovini. Posredno oštećenja ili urušavanja građevina mogu uzrokovati ozbiljne ozljede ili gubitak ljudskih života, ali i potpuni poremećaj gospodarskih i društvenih odnosa u zajednici [12]. Primjerice, u izrazitom strateškom središtu poput Zagreba, dugotrajni oporavak (sanacija građevina ili izgradnja novih)

može uzrokovati dugotrajni prekid gospodarskih aktivnosti, probleme u funkcioniranju državne administracije i slično, a posljedično se može uzrokovati iseljavanje stanovništva (ugroženo radno mjesto i/ili mjesto stanovanja, nefunkcioniranje uprave).

Procjene posljedica se izravno naslanjaju na uvodno istaknute manjkavosti i ograničenja raspoloživih ulaznih parametara odnosno bitno je imati na umu preciznost očekivanog ponašanja građevina pri djelovanju potresa i ocjene stanja oštećenja s obzirom na manjkavost podataka. Za prikaz posljedica je ključno odrediti rasprostranjenost oštećenja koja se prema razmjeru nepovoljnog utjecaja potresa na nosivost konstruktivnog sustava građevine svrstavaju u pojedine stupnjeve. U postojećoj procjeni, ali i ažuriranoj će se koristiti podjela oštećenja zgrada koja se temelji se na *Europskoj makroseizmičkoj ljestvici* EMS-98 [13] koja se uobičajeno koristi, mada postoje i inicijative za poboljšanje [14]. Metodologija proračuna oštetljivosti građevina i pridruživanje posljedica je detaljnije opisana u poglavlju 3.7.1.6.2, a u potpunosti razrađena u postojećoj PRoP-ZG2015 [1].

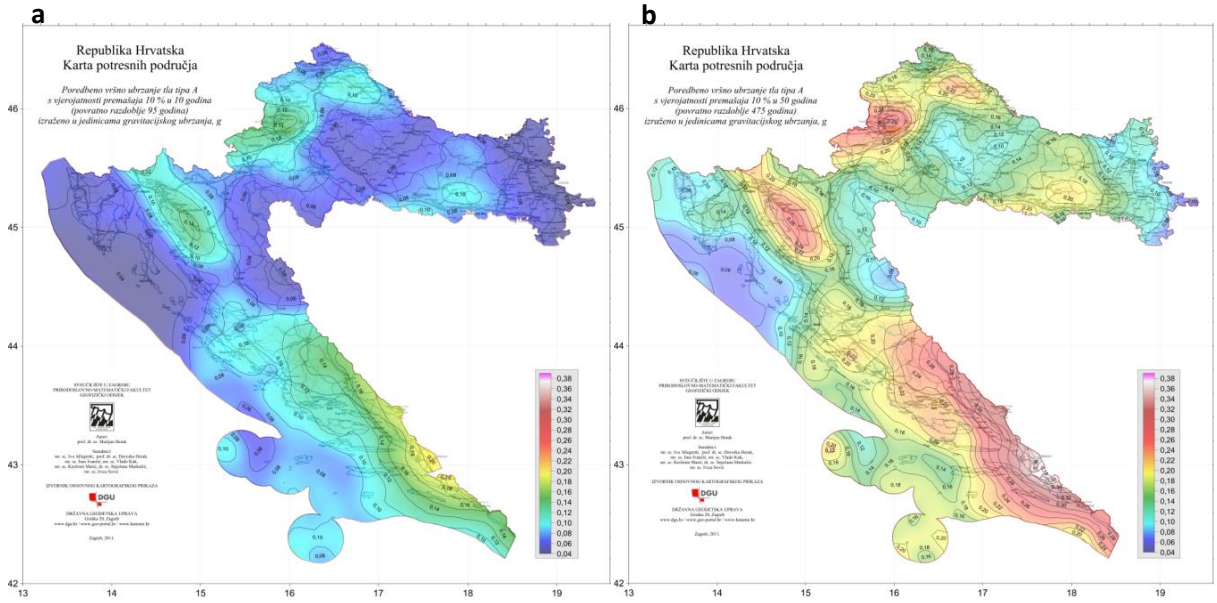
3.7.1.4. *Prikaz vjerojatnosti*

Sukladno postojećoj PRoP-ZG2015, intenziteti su za odabrani scenarij usklađeni s razinom seizmičkog hazarda koja je prihvaćena u važećim propisima za projektiranje potresne otpornosti (Eurocode 8 [4, 5]), a objavljene su 2011. godine (dostupne na adresi: http://seizkarta.gfz.hr).
Hazard definiran za projektiranje (novih građevina ili rekonstrukciju postojećih) nije u potpunosti prilagođen procjenama rizika za cijeli fond građevina jer obuhvaća više pojedinačnih scenarija (izvora potresa) pa se može smatrati konzervativnim

Vjerojatnost događaja određena je odgovarajućim povratnim razdobljima:

- za najvjerojatniji neželjeni događaj (slabiji potres)
    - poredbeno povratno razdoblje: 95 godina
    - vjerojatnost premašaja: 10% u 10 godina
- za događaj s najgorim mogućim posljedicama (jači potres)
    - poredbeno povratno razdoblje: 475 godina
    - vjerojatnost premašaja: 10% u 50 godina

Stoga se svakom događaju može pridružiti propisana karta potresnih područja (Slika 6.7.-1) koja prikazuje potresom prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja (a_{gR}) površine temeljnog tla tipa A (čvrsta stijena). Karte potresnih područja su detaljnije opisane u postojećoj PRoP-ZG2015, ali bitno je istaknuti da su potresi u vremenu razdijeljeni po Poissonovoj razdiobi odnosno njihovo događanje na određenom mjestu nema nikakve pravilnosti te vrijeme budućeg potresa ni na koji način ne ovisi o tome kada se dogodio prethodni potres. Povratna razdoblja, dakle, imaju smisla samo za procjenu ukupnog broja potresa koji se mogu očekivati tijekom nekog duljeg razdoblja, ali ne i za procjenu vremena u kojem će se oni dogoditi [5].



Slika 6.7.-1. - Karta potresnih područja Republike Hrvatske [g]: a) za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} = 95 godina; b) za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} = 475 godina (dostupno na adresi: http://seizkarta.gfz.hr)

3.7.1.5. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Analizirajući utjecaj djelovanja potresa na infrastrukturu i strateške objekte urbanog područja od brojnih mogućih posljedica posebno treba istaknuti:

- Oštećenja gospodarskih objekata koja uz izravne troškove zbog oštećenja građevina i opreme mogu zbog odgode spremnosti za rad i uključivati dodatne posljedice za zaposleno stanovništvo i gospodarstvo u cjelini, a u pojedinim slučajevima moguće su i dugoročne posljedice zbog potencijalnih opasnosti za okoliš.
- Oštećenja prometne infrastrukture (prometnice, mostovi, nadvožnjaci i slično) ili njihova neprohodnost zbog sekundarnih posljedica (urušavanja, odroni, klizišta i slično).
- Opasnost od oštećenja bolnica i domova zdravlja s odgovarajućom zdravstvenom opremom može dodatno ugroziti najranjivije stanovništvo i otežati mogućnost osiguravanja dovoljnih kapaciteta za zbrinjavanje ozlijeđenih.
- U slučaju oštećenja građevina u kojoj se odvijaju poslovi državne uprave postoji opasnost od zastoja u državnoj administraciji i narušavanja političke stabilnosti, a od posebnog je značaja sigurnost i raspoloživost hitnih službi (primjerice vatrogastvo).
- Oštećenje javnih objekata društvene namjene poput kazališta, muzeja i sportskih objekata može ugroziti sigurnost velikog broja ljudi i dugoročno utjecati na uobičajeno odvijanje društvenih aktivnosti.

- Prekidi u telekomunikacijskoj mreži zbog oštećenja, stanovništvu i hitnim službama mogu otežati komunikaciju, a oštećenja strujne mreže i komunalne infrastrukture mogu usporiti radove hitnih službi i povećati osjećaj nesigurnosti stanovništva.
- Oštećenja vrtića, škola i visokoškolskih institucija trebaju posebnu pažnju, a oštećenje vjerskih objekata i kulturno-povijesne baštine može dovesti do nenadoknadivih gubitaka i dodatno demoralizirati stanovništvo.

Sažetak utjecaja na infrastrukturu (tablica) otkriva da očekivane posljedice potresa mogu obuhvatiti sva područja društvene i gospodarske djelatnosti stanovništva te značajno utjecati na državno upravljanje i ljudske živote.

Utjecaj	Sektor
X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.7.1.6. *Kontekst*

3.7.1.6.1. UVOD

U Gradu Zagrebu živi više od 1/5 stanovništva Republike Hrvatske, dominantno je gospodarsko središte s više od 1/3 ekonomije (dodatno povezuje i ostale regije), istaknuto (centralizirano) je administrativno središte, a ujedno i glavni grad. U postojećoj PRoP-ZG2015 je detaljno opisan kontekst s obzirom na važnost Grada Zagreba s naglaskom na stanovništvo (oslanjajući se na popis stanovništva iz 2011. godine [15]), kritičnu infrastrukturu (oslanjajući se na *Zakon o kritičnim infrastrukturama RH* (NN 56/13)), bruto domaći proizvod (oslanjajući se na podatke *Odjela za statistiku Gradskog ureda za strategijsko planiranje i razvoj grada),* veliki broj gradskih i državnih institucija i slično. Grad Zagreb upravlja sa preko 1300 objekata javnih ustanova, ne uzimajući u obzir ustanove kojima upravlja Vlada Republike Hrvatske. U prikazu utjecaja na infrastrukturu i strateške objekte (poglavlje 6.7.1.5.) je jasno istaknuta razina utjecaja razornog potresa. U razdoblju neposredno nakon razornog potresa razina sigurnog i udobnog života građana bitno ovisi o infrastrukturi stoga je ključno omogućiti brzi oporavak i njezino funkcioniranje. Potrebno je istaknuti da precizna procjena ugroženosti odabranih elemenata kritične infrastrukture zahtijeva posebnu pozornost i u pravilu se temeljem opsežnih analiza provodi zasebno za pojedini objekt. Nažalost, s obzirom na malu razinu svijesti rizika od potresa takve procjene se najčešće ne provode unatoč tome što je za većinu elemenata kritične infrastrukture već premašen predviđeni (projektirani) vijek trajanja, a često nisu ni projektirani za potresno opterećenje [16].

Može se istaknuti samo primjer bolnica koje su uglavnom izgrađene prije važećih propisa, a tijekom vremena su doživjele mnogobrojne nedokumentirane rekonstrukcije i nadogradnje kojima je dodatno narušen konstrukcijski sustav. Navedeno potvrđuju detaljne analize bolnica Sv. Duh i KBC-a Sestre milosrdnice provedenih unutar Studije za saniranje posljedica potresa [17]. Dodatni problem je vrlo nepovoljan položaj većine bolnica koje su smještene u starom (izrazito ugroženom) dijelu grada, a ključno je osigurati njihov nesmetan rad s obzirom na očekivani veliki broj stradalih. Prema analizama u postojećoj PRoP-ZG2015 bolnice nemaju dovoljne kapacitete (postoji samo oko 11000 zdravstvenih djelatnika i oko 6700 ležajeva u 13 zdravstvenih ustanova [18]) za prihvat procijenjenog broja stradalih i nemaju dovoljno dobru prometnu povezanost s ostalim dijelovima grada, posebice preko rijeke Save.

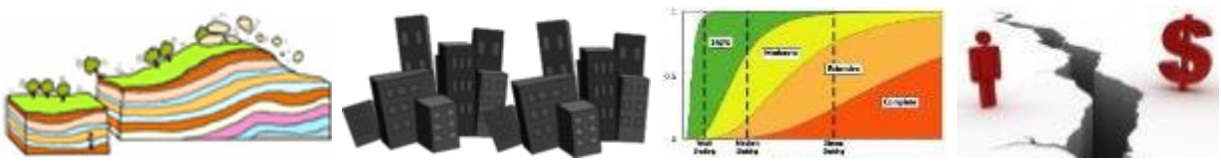
Što se tiče stambenih građevina, također je vrlo mali postotak projektiran prema važećim seizmičkim normama (od 2013.) odnosno za vrlo mali postotak stambenog fonda možemo smatrati da zadovoljava važeće propise (mjerodavno opterećenje). S druge strane, građevine izgrađene do 1964. najčešće nisu projektirane za potresna djelovanja, a čine više od trećine stambenog fonda. Dodatnih, više od pola stambenog fonda je izgrađeno od 1964. do 2013. pri čemu su propisane vrijednosti horizontalnih sila od potresnog djelovanja, ovisno o promatranoj lokaciji, bile i nekoliko puta manje nego danas [19].

Zadnji značajni potres u Zagrebu se dogodio 1880. godine i bio je intenziteta VIII ° MCS ljestvice s epicentrom na području Medvednice. Poginulo je dvoje ljudi i 29 ih je bilo teško ozlijeđeno. Razorene su bile brojne zagrebačke zgrade (uključujući zagrebačku katedralu) i mnogo stanovništva je pobjeglo ili se iselilo. Možda najbolje opisuje štetu Izvješće posebnog Povjerenstva tadašnjeg gradskog poglavarstva: *„Ne računajući crkve, kapele i velike državne zgrade nastradalo je od potresa 485 kuća u tolikoj mjeri, da će troškovi popravka daleko premašiti godišnji dohodak ovih kuća. Daljnje 462 kuće oštećene su toliko, da će se za njihov popravak potrošiti preko 40 postotaka bruto dohotka tih kuća. Manje pak štete pretrpjela je 451 kuća. U svemu oštećeno u Zagrebu 1758 kuća, ne računajući ovamo kuće, koje nisu povjerenstvu prijavljene. Za popravak oštećenih kuća morat će se izdati najmanje dva milijuna forinti."*

Sve postojeće procjene rizika od potresa (poglavlje 6.7.1.6.) ističu da bi jedan razarajući potres (koji bi uništio dio stambenog fonda i/ili radna mjesta) mogao narušiti krhku ekonomsku stabilnost države (gospodarstvo), dodatno povećati trenutno aktualno iseljavanje stanovništva i u konačnici ugroziti društvenu i političku stabilnost države [19].

3.7.1.6.2. METODOLOGIJA

U postojećoj PRoP-ZG2015 je detaljno opisana korištena i opće prihvaćena metodologija koja analizira procjenu rizika od potresa kroz faktore (Slika 6.7.-2): seizmički hazard (opasnost), izloženost fonda građevina, oštetljivost izloženih građevina i u konačnici se pridružuje trošak [20].



SEIZMIČKI HAZARD **IZLOŽENOST** **OŠTETLJIVOST** **TROŠAK**

Slika 6.7.-2. - Faktori koji sačinjavaju rizik od potresa, prema [20]

Općenito, seizmički hazard odnosi se na učinke (primjerice podrhtavanje tla) koje potres može prouzročiti na promatranoj lokaciji, dok izloženost obuhvaća razmjere ljudske aktivnosti (primjerice prisutnost građevina) u područjima seizmičkog hazarda. Oštetljivost predstavlja podložnost izloženih građevina učincima potresa (oštećenjima), a trošak može se odnositi na relativne financijske gubitke zbog oštećenja u odnosu na vrijednost građevine, izražene omjerom troškova potrebnih popravaka i troškova zamjene objekta, ili pak na socijalne gubitke u smislu postotka stanovništva izloženog

ozljedama i životnoj opasnosti [20]. Svaki od faktora potresa je detaljno opisan u postojećoj PRoP-ZG2015.

Od navedenih faktora seizmičkog rizika možemo smatrati da je seizmički hazard (opasnost) relativno dobro definiran (u odnosu na ostale faktore), ali karte također treba nadopunjavati na temelju novih spoznaja o seizmičnosti. Primjerice, u Hrvatski katalog potresa se godišnje unosi preko 10 000 potresa, što zasigurno pridonosi povećanju pouzdanosti procjene seizmičkog hazarda (na razini osnovne stijene), a mikrozonacijskim mjerenjima se može preciznije definirati i utjecaj tla (od osnovne stijene do temelja). Podaci o izloženosti fonda građevina odnosno nedostatak baza s karakteristikama postojećeg fonda građevina su već istaknuti kao ozbiljna prepreka na putu prema pouzdanoj ocjeni seizmičkog rizika. Dodatno, vrlo se slabo dokumentiraju brojne rekonstrukcije koje značajno utječu na ponašanje konstrukcije pri djelovanju potresa (primjerice uklanjanje zidova prizemlja u prodajnim prostorima u staroj gradskoj jezgri), a posebice treba istaknuti veliki broj nezakonito izgrađenih ili rekonstruiranih zgrada (u Zagrebu je zaprimljeno preko 90.000 zahtjeva za legalizaciju). Nastavno na probleme (izazove) izloženosti izravno se oslanjaju problemi procjene oštetljivosti postojećeg fonda građevina. S nepouzdanim podacima vrlo je teško procijeniti očekivano ponašanje građevine pri djelovanju potresa odnosno odrediti razinu oštećenja s obzirom na nepovoljni utjecaj gibanja tla na nosivost konstrukcijskog sustava građevine [19]. Gubici su krajnji podatak za donošenje strategija, ali oslanjaju se na prethodno istaknute manjkavosti odnosno bitno imati u vidu sve nepreciznosti na temelju kojih se donose zaključci.

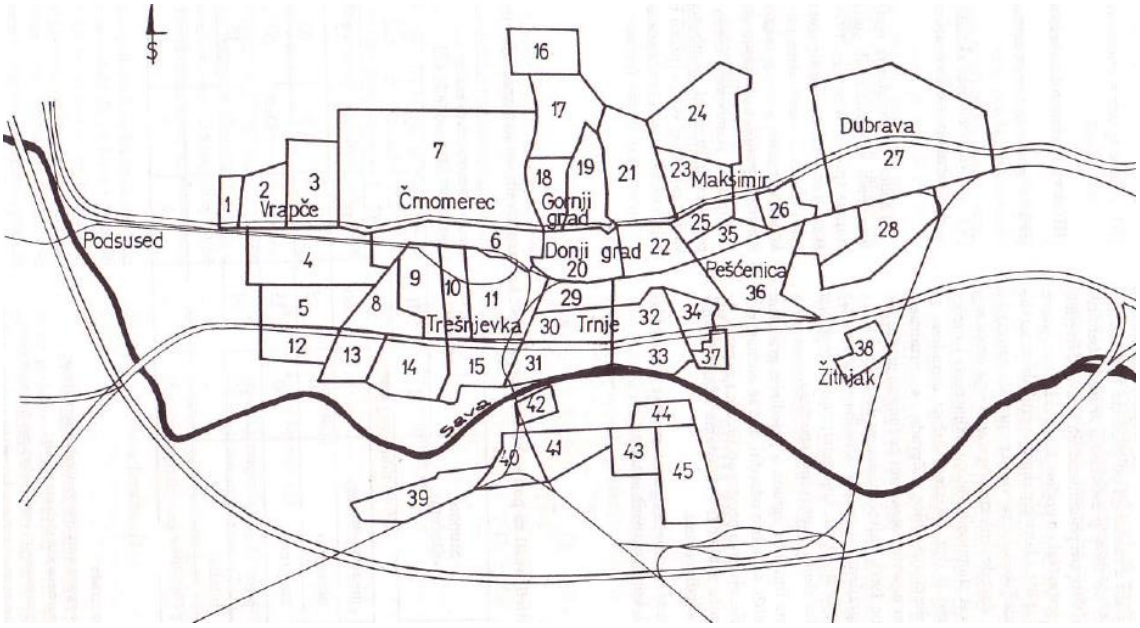
Osim Hrvatske i druge zemlje, u seizmički aktivnim područjima, imaju slične probleme s procjenama rizika stoga je nužno spomenuti opsežne istraživačke napore na globalnoj razini koji su posvećeni razvitku metodologija ocjenjivanja seizmičkog rizika, a mogu se iskoristiti i za procjene rizika u Hrvatskoj. Posebno se ističe inicijativa *Global Earthquake Model* (GEM [21]) koja radi na izradi najnaprednijih baza podataka širokih mogućnosti primjene, modela i programskih paketa/alata za procjenu seizmičkog rizika na globalnoj razini. Razvojem prateće informatičke infrastrukture omogućeno je objedinjavanje različitih doprinosa u programskom paketu otvorenog koda *OpenQuake [22]* za procjenu seizmičkog hazarda i rizika. Ugrađene baze podataka i modeli trebali bi se kontinuirano razvijati, temeljem razmjene iskustava i suradnje korisnika.

S obzirom na definiranu metodologiju i istaknute manjkavosti u nastavku će biti napravljena kronološka rekapitulacija postojećih procjena rizika od potresa za Grad Zagreb i inicijativa za poboljšanje procjena rizika. Dodatno, u poglavlju 3.7.1.7 je opisana metodologija procjene rizika napravljena za potrebe izrade ovog dokumenta (ažuriranje postojeće PRoP-ZG2015) u kojoj se detaljnijim pristupom, pokušalo nadomjestiti uočene manjkavosti koje onemogućuju pouzdane procjene rizika i koja korištenjem suvremene metodologije predstavlja značajan iskorak prema preciznijim procjenama rizika.

3.7.1.6.3. PROCJENA ŠTETE NA STAMBENOM FONDU I BROJA ŽRTAVA MOGUĆEG BUDUĆEG POTRESA U ZAGREBU IZ 1992. GODINE (PŠIBŽ-1992)

Prvo istraživanje potresnog rizika za grad Zagreb je provedeno 1983. godine (Aničić i suradnici), ali su rezultati zbog povjerljivosti objavljeni tek 1992. godine [23] nakon manjih korekcija. Danas tu procjenu možemo smatrati zastarjelom s obzirom veliki napredak u znanosti, ali s obzirom da nismo previše napredovali u pogledu prikupljanja podataka za preciznije procjene rizika, može poslužiti za usporedbu s ostalim procjenama koje će biti prezentirane u nastavku (još uvijek smo suočeni s sličnim izazovima). Cilj istraživanja je bila procjena šteta na stambenom fondu i procjena stradalih s obzirom na organizaciju sustava, pripreme i definiranje strategije. Veliki početni dio istraživanja je posvećen opisivanju situacije nakon djelovanja razornog potresa te ukazivanju na koji način precizne procjene rizika mogu pomoći organizaciji sustava.

Za potresnu opasnost je korištena seizmološka karta objavljena 1987. godine za povratno razdoblje od 500 godina, prema Pravilniku iz 1990. godine. Napravljen je i osvrt s obzirom na seizmičku mikrozonaciju, tadašnje dostupne podatke i definiranje potreba koje ni do danas nisu izvršene. Prognoze šteta su napravljene za scenarij potresa intenziteta VIII ° MSK-64 ljestvice, maksimalne akceleracije 2,0 m/s^2 (0,2g na cijelom području), trajanje potresa od 15 sekundi, bez uzimanja u obzir razlike u svojstvima tla, za uže područje grada (10 tadašnjih područnih ureda) s oko 700 000 stanovnika itd. Područje grada je podijeljeno na 45 zona (Slika 6.7.-3) koje se razlikuju po vremenu izgradnje, broju građevina, broju katova zgrada, konstrukcijskom sistemu i gustoći naseljenosti.



Slika 6.7.-3. - Podjela Grada Zagreba na 15 područja [23]

Građevine su s obzirom na vrijeme i način gradnje svrstane u tipove: zidane zgrade, zidane zgrade s serklažima, armiranobetonske skeletne zgrade, zgrade s sustavom armiranobetonskih nosivih zidova

i armiranobetonske skeletne zgrade s armiranobetonskim nosivim zidovima. Postotak zastupljenosti zgrada određenog konstrukcijskog sustava je procijenjen temeljem iskustva s obzirom da podaci nisu bili dostupni (još uvijek nisu). Koristeći matrice oštetljivosti [23] za tipove zgrada procijenjena su oštećenja (šest kategorija) gdje je svakom sustavu pridijeljen postotak oštećenja ukupnog broja zgrada. Rezultati analiza su pokazali da će prema definiranom scenariju biti uništeno 11% stambenog fonda odnosno ekvivalentna vrijednost 24000 stambenih jedinica (djelomično oštećene stambene jedinice su s korekcijskim faktorima pretvorene u potpuno uništene). Za prosječnu veličinu stana od 60m^2 i cijenu izgradnje od 1000 DEM/m^2, šteta je procijenjena na 1.440.000.000 DEM.

Broj stvarno oštećenih stambenih jedinica (bez korekcijskih faktora) procijenjen je na oko 80.000 pri čemu se može očekivati oko 38.400 lakše oštećenih stambenih jedinica (manji popravci, uporabljive za život), 39.200 teže oštećenih stambenih jedinica (sanacija nosive konstrukcije, neupotrebljive za život) i 2.400 potpuno srušenih stambenih jedinica. Uz pretpostavku da u stambenoj jedinici živi u prosjeku 3.1 osoba procijenjeno je da će oko 130.000 osoba biti bez uvjeta za život. Koristeći sličnu metodologiju procijenjeno je oko 13.500 ozlijeđenih osoba i 2000 poginulih.

Općenito se može zaključiti da je opisana analiza jako gruba što je i istaknuto u zaključku istraživanja uključujući napomenu da su potrebna detaljnija istraživanja. Nažalost do danas nije napravljen značajniji korak prema pouzdanijim podacima za procjene rizika od potresa. Analize su napravljene prema tadašnjoj podjeli grada, a podaci o konstrukciji su iskustveno procijenjeni. Za hazard je korištena karta koja više nije u upotrebi s tim da svojstva tla nisu uzeta u obzir. Treba istaknuti da su procjene napravljene prema tadašnjim znanstvenim istraživanjima i trebale su poslužiti kao dobra podloga za nastavak istraživanja, ali nažalost pokazalo se (iskustva iz drugih država) da sustav najčešće reagira tek nakon razornog potresa.

3.7.1.6.4. PROCJENA UGROŽENOSTI STANOVNIŠTVA, MATERIJALNIH I KULTURNIH DOBARA I OKOLIŠA OD KATASTROFA I VELIKIH NESREĆA ZA PODRUČJE GRADA ZAGREBA IZ 2011. GODINE (PUOK-ZG2011)

Procjena [24] je napravljena temeljem Zakona o zaštiti i spašavanju (NN 174/04, 79/07, 38/09 i 127/10), te Pravilnika o metodologiji za izradu procjena ugroženosti i planova zaštite i spašavanja (NN 38/08) u Uredu za upravljanje u hitnim situacijama. Utvrđene su vrste, intenzitet i učinci te moguće posljedice djelovanja prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća. Za procjene je opisana opasnost kroz seizmološku kartu iz 2010. godine, kronološki pregled potresa u okolici Zagreba, istaknuta epicentralna područja, intenzitet potresa, seizmičke zone, svojstva tla i slično (Slika 6.7.-4)

Izloženost građevina je analizirana kroz podjelu stambenih jedinica (ne građevina) po razdobljima primjene pojedinih propisa (tablica 6.7.-1.) s osvrtom na tipologiju gradnje i potresnu otpornost. Napravljena je i analiza gustoće stanovnika po gradskim četvrtima prema popisu stanovništva iz 2001. godine. Procjena ugroženosti i posljedice su napravljene za potres IX. ° po MCS ljestvici svrstavajući ih prema stupnju oštećenja, koristeći podatke o vrsti i načinu gradnje, materijalu, vremenu izgradnje i slično.

Slika 6.7.-4. – Definirani hazard u procjeni [24]: a) Seizmološka karta grada Zagreba s povratnim periodom 500 godina (DUZS, 2010), b) pregled seizmičkih zona na području Grada Zagreba c) karta opasnosti od potresa (stručne službe Grada Zagreba)

Tablica 6.7.-1. - Pregled stanova na području Grada Zagreba prema broju i godinama izgradnje (Državni zavod za statistiku)

R.br	Grad	Vrsta građevine	Godina izgradnje stanova							Ukupno
			do 1918.	1919.-1945.	1946.-1960.	1961.-1970.	1971.-1980.	1981.-1990.	1991.-2000.	
1.	**Zagreb**	**stanovi**	**16.121**	**36.485**	**31.477**	**74.361**	**60.643**	**50.235**	**35.515**	**384.333**

Rezultati su prikazani po gradskim četvrtima (tablica 6.7.-2.), a može se istaknuti da bi pretpostavljeni potres sumarno srušio 2 127 stambenih jedinica, razorna oštećenja bila bi na 4.379 stambenih jedinica dok bi 45.359 stambene jedinice bile teško oštećene. Procjenjuje se da za stanovanje ne bi bilo 51.865 stambenih jedinica (oko 16,5% stambenog fonda), a mogućnost oštećenja postoji za 186.378 objekata (oko 59%). Vjerojatnost stradavanja procjenjena je na 2.961 poginulu osobu, duboko zatrpanih bilo bi 6.233, srednje zatrpanih 8.571, a plitko zatrpanih 45.190.

Tablica 6.7.-2. - Pregled oštećenja stambenih građevinskih jedinica za IX. stupanj MCS [24]

	GRADSKE ČETVRTI	BROJ OBJEKATA	STUPANJ OŠTEĆENJA za IX. stupanj MCS				
			1.	2.	3.	4.	5.
			lagana	umjerena	teška	razorna	rušenje
1	BREZOVICA	**3.944**	907	789	572	55	27
2	ČRNOMEREC	**16.341**	3.758	3.268	2.369	229	111
3	DONJA DUBRAVA	**12.172**	2.800	2.434	1.765	170	83
4	DONJI GRAD	**21.548**	4.956	4.310	3.124	302	147
5	GORNJA DUBRAVA	**23.206**	5.337	4.641	3.365	325	158
6	GORNJI GRAD - MEDVEŠČAK	**16.437**	3.781	3.287	2.383	230	112
7	MAKSIMIR	**21.306**	4.900	4.261	3.089	298	145
8	NOVI ZAGREB - ISTOK	**25.977**	5.975	5.195	3.767	364	177
9	NOVI ZAGREB - ZAPAD	**18.421**	4.237	3.684	2.671	258	125
10	PEŠČENICA - ŽITNJAK	**22.899**	5.267	4.580	3.320	321	156
11	PODSLJEME	**6.743**	1.551	1.349	978	94	46
12	PODSUSED - VRAPČE	**15.378**	3.537	3.076	2.230	215	105
13	TREŠNJEVKA - SJEVER	**25.639**	5.897	5.128	3.718	359	174
14	TREŠNJEVKA - JUG	**27.463**	6.316	5.493	3.982	384	187
15	TRNJE	**20.280**	4.664	4.056	2.941	284	138
16	SESVETE	**20.172**	4.640	4.034	2.925	282	137
17	STENJEVEC	**14.895**	3.426	2.979	2.160	209	101
UKUPNO		**312.821**	**71.949**	**62.564**	**45.359**	**4.379**	**2.127**

Općenito se može zaključiti da je opisana analiza vrlo gruba (na razini gradske četvrti), analiza procjena oštećenja koristi samo nekoliko podataka o konstrukciji, korišteni statistički podaci i definirani hazard su danas zastarjeli. Ipak, rezultati su korišteni za usporedbu s rezultatima ostalih analiza u događaju s najgorim mogućim posljedicama (poglavlje 6.7.2.2.).

3.7.1.6.5. PRIJEDLOG PROJEKTA POTRESNI RIZIKA GRADA ZAGREBA - INFRASTRUKTURA, STANOVNIŠTVO, GRAĐEVINE I KULTURNA DOBRA – 2014 (PPPR-2014)

Prijedlog projekta [12] je napravljen u suradnji Grada Zagreba i Akademije tehničkih znanosti Hrvatske tijekom 2014. godine (uz nekoliko iteracija), a rezultati su korišteni i za Ažuriranu Procjena Ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba iz 2016. godine (https://www.zagreb.hr).Unutar prijedloga projekta PPPR-2014 je napravljena preliminarna procjena rizika od potresa kojemu mogu biti izloženi stanovnici i infrastrukturne i druge građevine u slučaju jakog potresa. Projektom je predviđeno definirati potresnu opasnost (hazard), popisati vrste građevina (napraviti bazu) s obzirom na osnovne značajke (funkciju, nastanjenost, ulogu nakon potresa i slično), provesti procjenu oštetljivosti (prema dostupnim podacima) i u konačnici utvrditi rizik za stanovnike i imovinu. Glavni je cilj projekta doći do novih spoznaja koje će poslužiti službama Grada Zagreba da odluče o mjerama koje treba poduzeti kako bi se ljudske žrtve i gospodarski gubici nakon velike prirodne katastrofe svele na najmanju moguću mjeru. Projektom se planiralo povezati nove znanstvene i stručne spoznaje sa organizacijama i službama Grada Zagreba, uključujući preporuke od UN *Office for Disaster Risk Reduction*, široko zahvaćajući aktivnosti društva.

U uvodnom dijelu projekta izdvojen je detaljni pregled istraživanja u Hrvatskoj kroz povijest (od Andrije Mohorovičića) pri čemu su istaknute promjene u društvu koje su uzrokovali razorni potresi, dan je osvrt na promjene propisa, na razvoj istraživanja u svijetu, na procjene rizika i njihov razvoj, a posebice na reprezentativnu stručnu i znanstvenu literaturu. Detaljno su obrađene seizmičke karakteristike područja uzimajući u obzir promjene propisa za projektiranje, Karte potresnih područja [6], analizirano je i povećanje hazarda s obzirom na utjecaj tla prema važećim propisima, postojeća mikrozonacijska istraživanja i slično. Kao rezultat prikazana su povećanja vršnih ubrzanja tla unutar gradskih četvrti s obzirom na pretpostavljena svojstva tla po gradskim četvrtima.

Poseban problem su građevine kritične infrastrukture gdje su planirane brojne aktivnosti, a napravljene su i preliminarne procjene (tablica 6.7.-3.). Smatra se da bi snažan potres mogao bi prouzročiti veća oštećenja na objektima za prijenos plina i električne energije, na objektima telekomunikacije, na objektima prometne infrastrukture (ceste, mostovi, vijadukti, nadvožnjaci), na sustavu za distribuciju vode i slično.

Preliminarno je Grad Zagreb podijeljen na tri područja različite ugroženosti. Gradska četvrt Podsljedme je istaknuto kao područje najveće ugroženosti zbog velikog hazarda, evidentiranih klizišta, ali i starijih zgrada (građenih ne uzimajući u obzir potresno djelovanje), te novih urbanih vila pri čijoj izgradnji se odstupalo od propisanih pravila protupotresne gradnje. Sa druge strane gradska četvrt Brezovica je istaknuta kao područje najmanje ugroženosti zbog najmanjeg hazarda i nizinskog karaktera kraja, gdje prevladavaju obiteljske kuće do 3 kata. Za ostalih 15 gradskih četvrti su istaknuti brojni problemi koje je potrebno uzeti u obzir prilikom analiza i korištena je gruba podjela s obzirom na konstrukcijski sustav [12]. Dodatno je analizirana i gustoća stanovništva po gradskim četvrtima, prema podacima iz popisa stanovništva pri čemu su istaknuti napučeniji dijelovi grada.

Tablica 6.7.-3. - Mogući problemi na gradskoj infrastrukturi za slučaj snažnog potresa

Proizvodnja i distribucija električne energije	Mogući prekidi distribucije električne energije zbog oštećenja transformatorskih stanica i dalekovoda. U slučaju potresa, objekti (transformatorske stanice, dalekovodi) pretrpjeli bi određena manja oštećenja jer za takve objekte postoji zakonska obveza projektiranja u skladu s procjenom potresa. Posebno otežavajuće djelovao bi potres u periodu zime i snijega, što bi povećalo potrebno vrijeme intervencija. Područje Grada Zagreba opskrbljuje se električnom energijom iz nekoliko izvora: dva proizvodna objekta TE-TO Zagreb i EL-TO Zagreb unutar Grada Zagreba, transformatorske stanice TS 400/220/110 kV Žerjavinec, TS 400/110/30 kV Tumbri na području Grada Zagreba, te TS 200/110/10 kV Mraclin, izvan Grada Zagreba.
Opskrba vodom i odvodnja	Opasnost od potresa prisutna je jer se na području Grada očekuju snažni potresi. Ako bi došlo do razornog potresa došlo bi do pucanja cjevovoda i vodosprema što bi uzrokovalo prekid opskrbom vodom naseljima na cijelom području Grada. Postoji mogućnost stvaranja novih bazena s vodom. Ponekad se presušeni zdenci pune vodom ili postojeći presušuju. U mnogim slučajevima mijenja se kapacitet izvora i razina vode u zdencima. Postoji mogućnost oštećenja ili rušenja vodosprema. Snažni potres mogao bi prouzročiti i oštećenje sustava odvodnje. Očekivane posljedice su prekidi redovitog funkcioniranja te poremećaji u funkcioniranju, moguće izlijevanje otpadnih voda te potapanje podruma. Krajnje posljedice može biti ugrožavanje zdravlja stanovništva. Procjenjuje se da bi potres nanio znatna oštećenja na vodovodnoj mreži i kanalizacijskom sustavu u starim dijelovima grada (Gornji grad-Medveščak, Črnomerec, Podsused – Vrapče i Donji grad).
Prehrana (skladištenje, distribucija)	U slučaju potresa može doći do oštećenja ili urušavanja objekata u kojima se nalaze trgovine prehrambenim namirnicama, ali s obzirom da kućanstva na području Grada imaju zalihe hrane za određeni period, to neće imati značajne posljedice po stanovništvo ni funkcioniranje Grada.
Javno zdravstvo	Potres na području Grada imao bi velike posljedice i zahtjeve prema sustavu javnog zdravstva, kako u pogledu primarnih (zbrinjavanje ranjenih, traumatiziranih) tako i sekundarnih potreba (sprječavanje zaraza i epidemija). Ako bi došlo do urušavanja ambulanti biti će neophodno njihovo izmještanje sa ljudstvom i sredstvima na nove lokacije. S obzirom na dobru prometnu povezanost, kao i blizinu većih mjesta u neposrednoj blizini Grada funkcioniranje javnog zdravstva, odnosno pružanje usluga stanovništvu neće biti uskraćeno.
Energetika (prirodni plin, nafta)	Štetne posljedice mogu nastupiti isključivo u slučaju snažnog potresa jer bi došlo do prekida opskrbe plinom. Plinovodi su projektirani s povećanim koeficijentom sigurnosti a obzirom da se radi o ukopanoj infrastrukturi nisu izloženi direktnom utjecaju vanjskih faktora, odnosno zaštićeni su, a plinovod ne prolazi kroz područja koja su podložna odronima i klizanju. Prekid opskrbe plinom ima utjecaj na uobičajeni način života i rada u Gradu, jer je plin značajni energent koji se osim za potrebe grijanja u kućanstvu koristi za potrebe industrije.
Telekomunikacije	Štetne posljedice mogu nastupiti u slučaju potresa u kojem bi došlo do rušenja centrala, repetitora i objekta pošte. Štetne posljedice manifestirale bi se kao određena materijalna šteta i otežana komunikacija na području Grada. Na baznim stanicama mobilnih operatera koje su izgrađene na krovovima objekata mogu se očekivati znatnija oštećenja koja će ovisiti o načinu gradnje objekata na kojima se one nalaze i kvaliteti građevnog materijala.
Promet	Cestovna infrastruktura na području Grada uglavnom omogućuje nastavak prometa u slučaju potresa. Područje Grada nalazi se u nizinskom dijelu pa važnu cestovnu infrastrukturu čine mostovi, nadvožnjaci i podvožnjaci od kojih neki mogu biti oštećeni a pojedini i srušeni. Privremenim mjerama osposobljavanja prekinutih prometnih tokova stanje će se moći kratkoročno sanirati. Sličan zaključak vrijedi i za željezničku infrastrukturu.
Financijske usluge	Dio poslovnog prostora banaka i Hrvatske pošte mogao bi biti oštećen za redovno poslovanje, a mogući prekidi modemskih veza bankomata ili oštećenja prometnica (onemogućena nadopuna bankomata) reducirali bi financijske usluge. Očekuje se da će bar dio kapaciteta financijskih usluga biti dostupan.
Znanost, spomenici i druge vrijednosti	Sukladno očekivanim učincima potresa i starosti objekata (protupotresna gradnja je bila zastupljena na tadašnjim spoznajama) kod identificiranih objekata, moguća su oštećenja a za crkve i rušenja.

Tablica 6.7.-4. - Gradske četvrti Grada Zagreba, procjena strukture zgrada po tipovima [12]

	Gradska četvrt	Površina (km²)	Broj stanovnika 2011.	Zastupljenost tipova zgrada u postotcima po nosivom sustavu				
				A	B1	B2	C1	C2
				razni tipovi zgrada	zidane zgrade s 1-2 etaže	zidane zgrade s 3-6 etaža	AB zgrade s 1-12 etaža	AB zgrade s 13-25 etaža
1	Brezovica	127	12030	10	60	25	5	0
2	Črnomerec	24	38546	5	30	40	23	2
3	Donja Dubrava	11	36363	10	30	40	18	2
4	Donji grad	3	37024	0	10	80	10	0
5	Gornji grad - Medveščak	10	30962	0	30	30	40	0
6	Gornja Dubrava	40	61841	10	40	40	10	0
7	Maksimir	14	48902	0	20	50	28	2
8	Novi Zagreb - istok	17	59055	5	20	10	55	10
9	Novi Zagreb - zapad	63	58103	5	20	10	55	10
10	Peščenica - Žitnjak	35	56487	10	30	40	20	0
11	Podsused - Vrapče	36	45759	5	30	40	20	5
12	Podsljeme	60	19165	0	20	70	10	0
13	Sesvete	165	70009	0	20	70	10	0
14	Stenjevec	12	51390	0	40	30	25	5
15	Trešnjevka - sjever	5.8	55425	5	20	40	30	5
16	Trešnjevka - jug	10	66674	5	20	40	30	5
17	Trnje	7	42282	5	20	40	30	5
		647	**790017**	75	460	695	419	51
	ZAGREB	**udio**	**1/17**	4,4	27,1	40,8	24,7	3,0
	Broj stanovnika			34650	214095	322327	195134	23700
	Broj stanova	306208		13430	82982	124933	75633	9186

Najveći dio projekta pripada detaljnim istraživanjima svojstava konstrukcijskih sustava građevina što je osnovni problem u svim procjenama rizika od potresa. U dokumentu je priložena tablica 6.7.-4., gdje je prema ekspertnoj procjeni i iskustvu napravljena preliminarna procjena tipova zgrada po gradskim četvrtima bez čega nije moguće napraviti preliminarne procjene oštećenja građevina prilikom djelovanja potresa.

Procjene oštećenja su napravljene prema stupnjevima oštećenja EMS-98 ljestvice [13] koristeći matrice oštetljivosti. Primijenjena metodologija uzima u obzir ukupan broj ekvivalentnih stanova, udio po stupnju oštećenja u ukupnom broju stanova pojedinog nosivog sustava i indeks oštetljivosti (*damage index*). Prema navedenoj metodologiji za svaki nosivi sustav su napravljene procjene oštećenja, a ovdje će se prikazati samo konačni rezultati (tablica 6.7.-5.) koji će biti korišteni za analize scenarija:

- Broj potpuno uništenih (nepopravljivih) stanova (stupnjevi oštećenja 4 i 5) je 63.743 što je 21 % stambenog fonda. Stoga bi za oko 168.000 osoba trebalo rješavati zbrinjavanje do izgradnje zamjenskih zgrada odnosno cijelih novih naselja.
- Broj djelomično oštećenih ali popravljivih stanova (stupanj 3) kod kojih će se građani morati privremeno iseliti do njihova popravka je 39888 što je 13 % stambenog fonda. Stoga bi za daljnjih 103.000 osoba trebalo riješiti privremeni smještaj.

Tablica 6.7.-5. - Broj potpuno uništenih i djelomično oštećenih stanova [12]

Broj potpuno uništenih stanova	**A**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**	**Ukupno**
	6715	7468	28485	20421	1654	63743
Broj djelomično oštećenih stanova	**A**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**	**Ukupno**
	1343	12447	18740	6807	551	39888

Ukupno je 129.075 uništenih ekvivalentnih stanova što bi bilo oko 42% ukupnog broja stanova. Uz prosječnu površinu od 70 m^2/stan i cijenu građenja od 1000 €/m^2 šteta na stambenom fondu je procijenjena na iznosi: 9.035.250.000 € [12].

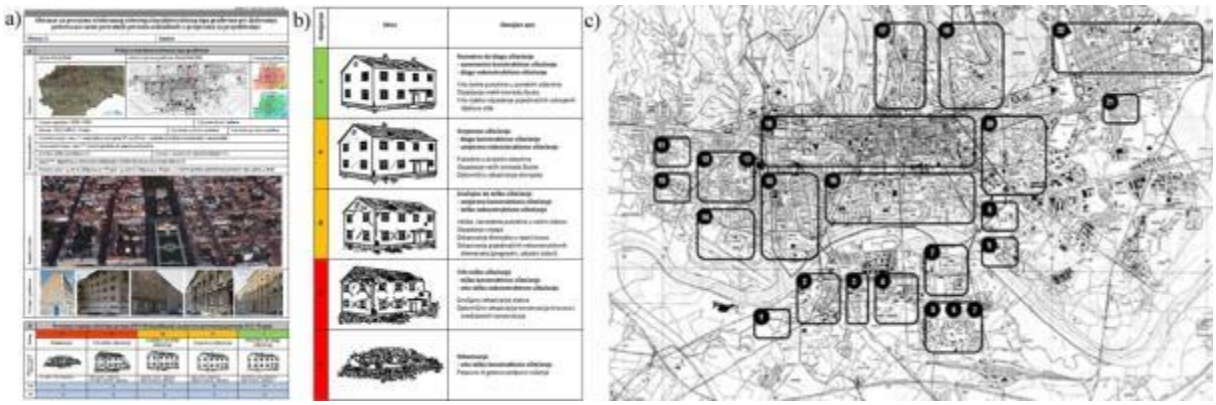
Za procjenu broja smrtno stradalih osoba korištena je metodologija koja uzima u obzir ukupan broj stanova određenog tipa nosivog sustava, udio u ukupnom broju stanova pojedinog tipa nosivog sustava, indeks oštetljivosti za odgovarajući stupanj oštećenja, procijenjeni broj poginulih (smrtno stradalih) osoba po stanu i prosječan broj osoba po stanu (2,58). Procijenjeni broj poginulih osoba prikazuje se s gornjom i donjom graničnom vrijednošću s obzirom da procjena ovisi o više faktora koji se ne mogu procijeniti s dovoljnom vjerojatnošću. U konačnici je kao najvjerojatnija prihvaćena srednja vrijednost za koju je dobiven ukupni broj poginulih 5626. Broj ranjenih i zatrpanih osoba je procijenjen po sličnoj metodologiji, a u konačnici je dobiveno 11539 ranjenih osoba i 10632 zatrpanih.

Općenito se može zaključiti da tek nakon realizacije jednog ovakvog projekta, koji će omogućiti detaljne podatke o konstrukciji, možemo govoriti o pouzdanim procjenama rizika od potresa. Prikazani rezultati preliminarnih analiza, koji su poslužili kao priprema projekta, uvelike ovise o pretpostavljenim vrijednostima oslanjajući se na inženjerske procjene i iskustvo. Ipak, provedene analize s raspodjelom građevina po tipologiji gradnje unutar gradske četvrti, definiranim hazardom koji uzima amplifikaciju zbog utjecaja tla, razmatranjem kritične infrastrukture, procjene broja oštećenih zgrada, troškova i stradalih osoba, daju vrlo korisne podatke. Prikazani rezultati će biti korišteni prilikom analiza u poglavljima 6.7.2.1.1. i 6.7.2.2.1.

3.7.1.6.6. PROCJENA RIZIKA OD KATASTROFA ZA REPUBLIKU HRVATSKU – POTRES IZ 2015 GODINE (PROP-ZG2015)

Postojeća procjena [1] je više puta istaknuta i služi kao podloga za ažuriranje procjene rizika od potresa što je predmet ovog dokumenta. Napravljena je u sklopu postupka izrade Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj i prema *Smjernicama za izradu nacionalne procjene rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj* izdanim od strane Državne uprave za zaštitu i spašavanje (2014. godine). Kao glavni izvršitelj procjenu je napravio Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu u suradnji s ostalim izvršiteljima (posebice Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu). Nakon početne identifikacije rizika za scenarij je odabrano *Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog razdoblja usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti* s obzirom na važnost i očekivane posljedice. Procjena sadržava opsežni opis scenarija unutar kojeg je prikazana cjelokupna slika stanja istraživanja u Hrvatskoj i svijetu s čime je postavljen temelj za sve daljnje procjene. Detaljno je prikazana teorijska podloga svake od komponenti rizika od potresa pri čemu su posebice istaknute manjkavosti koje onemogućuju precizne procjene.

Probleme vezane za izloženost građevina se pokušalo nadomjestiti posebnim *Obrascima za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje* (Slika 6.7.-5a) unutar kojih su sistematizirani svi dostupni podaci (uključujući sve dostupne statističke podatke). Obrasci [1] obuhvaćaju analizu karakterističnih tipologija gradnje po gradskim četvrtima (Slika 6.7.-5c) odnosno općinama s obzirom na tip konstrukcije, vrijeme izgradnje, razinu potresnog opterećenja (mjerodavnu i onu u vrijeme projektiranja), visinu (katnost), pravilnost u tlocrtu/visini, nosive elemente za horizontalno i vertikalno opterećenje, vrstu temelja/tla i slično.



Slika 6.7.-5. – a) Obrasci za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje, b) Stupnjevi oštećenja za zidane građevine prema EMS-98 klasifikaciji [13], c) Područja karakterističnih tipova građevina u gradu Zagrebu [16]

Analize su napravljene na način da su početne procjene napravljene prema EMS-98 klasifikaciji/postupku (Slika 6.7.-5b), a zatim su dopunjene procjenama stručnjaka koji su odabrani s obzirom na znanja i iskustvo u projektiranju takvih i sličnih konstrukcija, a posebice s obzirom na poznavanje specifičnih 'lokalnih' uvjeta (primjerice veliki broj nezakonito izvedenih građevina, rasjeda, klizišta, kvalitetu gradnje, specifičnu tipologiju gradnje i slično) koje EMS-98 ne obuhvaća. Uključivanje većeg broja stručnjaka je provedeno s osnovnim ciljem da se nadomjeste detaljniji i vremenski značajno zahtjevniji suvremeni postupci. Prema dobivenim rezultatima za dva scenarija NND (tablica 6.7.-6.) i DNP (tablica 6.7.-7.) je napravljena i procjena očekivanih žrtava i šteta prema Švicarskim propisima SIA [25] (tablica 6.7.-8. i tablica 6.7.-9.).

Tablica 6.7.-6. - Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca za najvjerojatniji neželjeni događaj

	GRADSKA ČETVRT GRADA ZAGREBA	**Stambene jedinice**	**Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji**				
			V	**IV**	**III**	**II**	**I**
1	Donji Grad	23.634	**0-5 %**	**1-10 %**	**5-20 %**	**20-60 %**	**65-75 %**
2	Gornji Grad-Medveščak	17.445	**0-5 %**	**1-11 %**	**5-20 %**	**15-60 %**	**70-80 %**
3	Trnje	23.700	**0-4 %**	**0-8 %**	**5-15 %**	**10-45 %**	**45-85 %**
4	Maksimir	24.606	**0-4 %**	**1-8 %**	**5-16 %**	**10-40 %**	**55-80 %**
5	Pešćenica-Žitnjak	26.770	**0-3 %**	**0-6%**	**5-13 %**	**10-40 %**	**65-75 %**
6	Novi Zagreb-istok	29.068	**0-2 %**	**0-5 %**	**5-10 %**	**15-40 %**	**70-80 %**
7	Novi Zagreb-zapad	27.580	**0-2 %**	**0-4 %**	**3-9 %**	**15-45 %**	**60-75 %**
8	Trešnjevka-sjever	31.530	**0-1 %**	**0-3 %**	**2-12 %**	**5-35 %**	**70-80%**
9	Trešnjevka-jug	34.359	**0 %**	**0-2%**	**0-5 %**	**5 -30%**	**80-95 %**
10	Črnomerec	19.930	**0-4 %**	**1-10 %**	**5-15 %**	**5-60 %**	**75-85 %**
11	Gornja Dubrava	26.190	**0-3 %**	**1-9 %**	**5-14 %**	**5-30 %**	**70-85 %**
12	Donja Dubrava	14.778	**0-2 %**	**1-7 %**	**5-13 %**	**5-35 %**	**60-90 %**
13	Stenjevec	23.469	**0-1 %**	**0-3 %**	**3-5 %**	**15-40 %**	**70-80 %**
14	Podsused-Vrapče	20.089	**0-2 %**	**0-7 %**	**5-15 %**	**10-40 %**	**60-80%**
15	Podsljeme	8.834	**0-2 %**	**1-9 %**	**5-15 %**	**5-50 %**	**40-80 %**
16	Sesvete	30.256	**0-1 %**	**0-6 %**	**5-15 %**	**10-45 %**	**60-80%**
17	Brezovica	4.706	**0-1 %**	**0-4%**	**1-10 %**	**5 -35%**	**70-95 %**
	GRAD ZAGREB	**386.944**					

Tablica 6.7.-7. - Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca za događaj s najgorim mogućim posljedicama

	GRADSKA ČETVRT GRADA ZAGREBA	Stambene jedinice	Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji				
			V	IV	III	II	I
1	Donji Grad	23.634	**5-20%**	**15-25%**	**20-60%**	**15-30%**	**20-30%**
2	Gornji Grad-Medveščak	17.445	**3-10 %**	**15-20 %**	**15-60%**	**15-30 %**	**30-40 %**
3	Trnje	23.700	**2-15 %**	**10-25 %**	**18-35 %**	**25-50 %**	**10-40 %**
4	Maksimir	24.606	**5-10 %**	**10-20 %**	**15-25%**	**20-30 %**	**30-50 %**
5	Pešćenica-Žitnjak	26.770	**3-5%**	**15-20%**	**10-25 %**	**15-30 %**	**25-40 %**
6	Novi Zagreb-istok	29.068	**3-5%**	**10-15 %**	**10-15 %**	**20-30 %**	**40-45 %**
7	Novi Zagreb-zapad	27.580	**2-6 %**	**7-20 %**	**10-20 %**	**10-50 %**	**50-60 %**
8	Trešnjevka-sjever	31.530	**3-5 %**	**9-13 %**	**15-20 %**	**25-30 %**	**35-40 %**
9	Trešnjevka-jug	34.359	**0-2 %**	**1-8 %**	**5-15 %**	**25-35 %**	**40-50 %**
10	Črnomerec	19.930	**3-10 %**	**11-22 %**	**15-50 %**	**22-35 %**	**30 -40%**
11	Gornja Dubrava	26.190	**2-15 %**	**10-25 %**	**15-20 %**	**15-30 %**	**30-40 %**
12	Donja Dubrava	14.778	**3-15 %**	**15-25 %**	**15-25 %**	**20-30 %**	**30-45 %**
13	Stenjevec	23.469	**1-2 %**	**3-7 %**	**10-15%**	**30-40%**	**40-50 %**
14	Podsused-Vrapče	20.089	**1-5 %**	**10-15 %**	**10-25 %**	**20-40 %**	**30-50 %**
15	Podsljeme	8.834	**2-10 %**	**10-20 %**	**15-20%**	**25-30 %**	**30-40 %**
16	Sesvete	30.256	**1-5 %**	**10-15 %**	**10-25 %**	**20-35 %**	**30-50 %**
17	Brezovica	4.706	**0-2 %**	**1-5 %**	**5-20 %**	**20-35 %**	**30-50 %**
	GRAD ZAGREB	**386.944**					

Tablica 6.7.-8. - Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA [25] za najvjerojatniji neželjeni događaj

	Gradska četvrt	Stanovnici	Stambene jedinice	Očekivane žrtve	Očekivane štete [EUR]
1	Donji Grad	37.123	23.634	273	163.783.620
2	Gornji Grad-Medveščak	31.279	17.445	201	120.893.850
3	Trnje	42.126	23.700	10	14.931.000
4	Maksimir	49.448	24.606	10	15.501.780
5	Pešćenica-Žitnjak	56.446	26.770	11	16.865.100
6	Novi Zagreb-istok	59.227	29.068	12	18.312.840
7	Novi Zagreb-zapad	58.025	27.580	8	12.234.070
8	Trešnjevka-sjever	55.342	31.530	13	19.863.900
9	Trešnjevka-jug	66.595	34.359	1	3.727.922
10	Črnomerec	39.040	19.930	2	6.277.950
11	Gornja Dubrava	62.221	26.190	11	16.499.700
12	Donja Dubrava	36.461	14.778	6	9.310.140
13	Stenjevec	51.849	23.469	10	14.785.470
14	Podsused-Vrapče	45.771	20.089	8	12.656.070
15	Podsljeme	19.249	8.834	4	5.565.420
16	Sesvete	70.633	30.256	13	19.061.280
17	Brezovica	12.040	4.706	2	2.964.780
		792.875	**386.944**	**588**	**473.234.892**

Procjena troškova je napravljena korištenjem procjene troškova od 300 EUR/m² (obiteljske kuće) i 800 (poslovne zgrade) EUR/m² prema [26] i oko 1.300 EUR/m² prema [27]. Prema stupnjevima oštećenja stavke su pridodane na način da se za V. stupanj oštećenja (rušenje) pridodaje 100% troškovničke vrijednosti ove zgrade kojoj je potrebno dodati oko 20% njene vrijednosti za troškove uklanjanja i zbrinjavanja nastalog otpada. Sa druge strane za I. stupanj oštećenja štete su do 1% ukupne troškovničke vrijednosti zgrade. Između ovih krajnjih vrijednosti pretpostavljaju se za IV. stupanj oštećenja troškovi od 80–100% troškovničke vrijednosti zgrade (investiranje kako bi se zgrada dovela u uporabljivo stanje), za III. stupanj 40 – 80% troškovničke vrijednosti zgrade i za II. stupanj 1 – 40%.

Tablica 6.7.-9. - Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA [25] za događaj s najgorim mogućim posljedicama

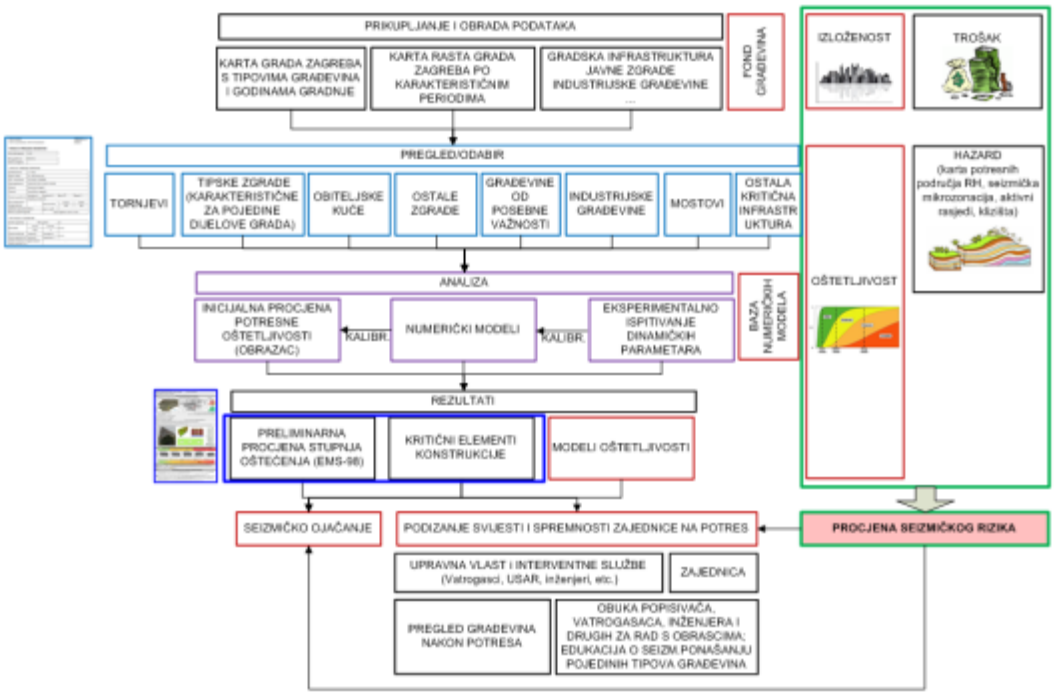
	Gradska četvrt	Stanovnici	Stambene jedinice	Očekivane žrtve	Očekivane štete [EUR]
1	Donji Grad	37.123	23.634	1.241	260.564.850,00
2	Gornji Grad-Medveščak	31.279	17.445	916	192.331.125,00
3	Trnje	42.126	23.700	498	104.517.000,00
4	Maksimir	49.448	24.606	517	108.512.460,00
5	Pešćenica-Žitnjak	56.446	26.770	562	118.055.700,00
6	Novi Zagreb-istok	59.227	29.068	610	128.189.880,00
7	Novi Zagreb-zapad	58.025	27.580	83	17.375.400,00
8	Trešnjevka-sjever	55.342	31.530	662	139.047.300,00
9	Trešnjevka-jug	66.595	34.359	103	21.646.170,00
10	Črnomerec	39.040	19.930	239	50.223.600,00
11	Gornja Dubrava	62.221	26.190	550	115.497.900,00
12	Donja Dubrava	36.461	14.778	310	65.170.980,00
13	Stenjevec	51.849	23.469	493	103.498.290,00
14	Podsused-Vrapče	45.771	20.089	422	88.592.490,00
15	Podsljeme	19.249	8.834	186	38.957.940,00
16	Sesvete	70.633	30.256	635	133.428.960,00
17	Brezovica	12.040	4.706	99	20.753.460,00
		792.875	**386.944**	**8.126**	**1.706.363.505,00**

Vrijednosti su orijentacijske odnosno ne mogu predstavljati realne troškove potrebe za popravak zgrada jer isti odstupaju ovise o mnoštvu parametara (starost građevine, vrsta materijala itd.). Rezultati analiza za oba odabrana scenarija (scenarij s najgorim mogućim posljedicama i najvjerojatniji neželjeni događaj) pretpostavljaju oštećenje značajnijeg dijela stambenog fonda odnosno značajne posljedice. Treba uzeti u obzir da broj stambenih jedinica ne predstavlja građevine (službena statistika o broju građevina ne postoji), izdvojeni postotci predstavljaju prosjek odnosno granične vrijednosti procjena i tablice ne obuhvaćaju specifične građevine (primjerice mostove, građevine kritične infrastrukture itd.).

Općenito se može zaključiti da je opisana analiza dosta gruba jer razmatra par tipova građevina po gradskoj četvrti, ali sa druge strane koristi detaljne podatke o konstrukciji (nosivom sustavu). Za hazard je korištena Karta potresnih područja ne uzimajući u obzir dodatni utjecaj tla. Korišteni statistički podaci su iz popisa 2011. godine, ali ne sadržavaju sve potrebne podatke za procjene rizika. Procjene po EMS-98 klasifikaciji, nadopunjene iskustvenim procjenama, su se pokazale zadovoljavajuće s obzirom na zadane kriterije (kategorije posljedica)s tim da treba imati na umu istaknute manjkavosti.

3.7.1.6.7. STUDIJA ZA SANIRANJE POSLJEDICA POTRESA 2013-2018 (SSPP-2018)

Studija [17] za saniranje posljedica potresa je dio realizacije projekta br. 11 [32], Ureda za upravljanje u hitnim situacijama gdje se nastoje stvoriti realne pretpostavke za ublažavanje i saniranje posljedica potresa kao jedne od potencijalno najvećih katastrofa koje mogu zadesiti Grad Zagreb. Navedena Studija provodi se u okviru Razvojne strategije Grada Zagreba u skladu s važećim propisima, a u suradnji s Građevinskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu rad na Studiji traje od 2013. godine. Studija je prvotno zamišljena kao podrška projektu (poglavlje 3.7.1.6.5) u kojem se planira napraviti popis karakteristika stambenog fonda (zgradu po zgradu) za procjenu seizmičkog rizika.



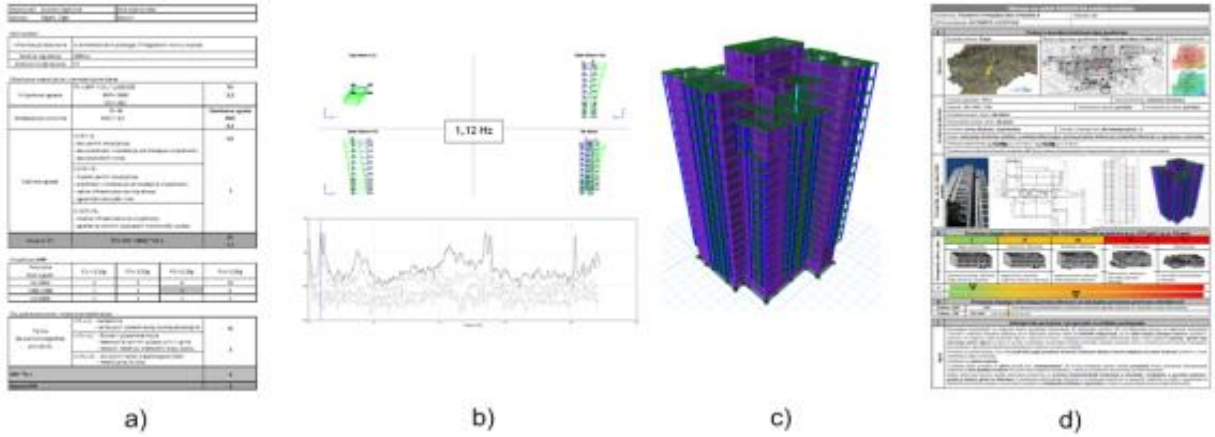
Slika 6.7.-6. – Shematski prikaz Studije [33,34]

Iščekujući realizaciju projekta, tijekom šest godina rada na Studiji, u kojoj je sudjelovalo mnogo stručnjaka, obrađene su brojne teme vezane za aktivnosti prije i poslije potresa koje obuhvaćaju: kreiranje kvalitetne baze podataka o građevinama (definiranje metodologije, obrazaca, ključnih atributa, podjela grada na karakteristične dijelove – izrada karte (Slika 6.7.-5c), obuka popisivača itd.), razvoj metodologije brze inicijalne procjene potresne oštetljivosti (identifikacija ključnih parametara, kreiranje obrasca, itd.), detaljne procjene potresne otpornosti građevina na temelju eksperimentalnih i numeričkih analiza uz identifikaciju kritičnih mjesta, prijedloge seizmičkih ojačanja, organizaciju pregleda oštećenih građevina nakon potresa (izrada obrazaca za preglede, organizacija sustava, edukacije, sudjelovanje na vježbama, itd.) i drugo. Sve navedene teme doprinose umanjenju rizika od potresa, a većina ih se može primijeniti i na druga područja u Hrvatskoj [29].

Od brojnih tema ovdje će se istaknuti samo detaljne eksperimentalne i numeričke analize odabranih zgrada jer se rezultati mogu koristiti za analize posljedica (poglavlje 6.7.2.1.1. i 6.7.2.2.1.). Prilikom odabira zgrada se nastojalo se obuhvatiti karakteristične tipove zgrada na području Grada Zagreba prema razdobljima izgradnje, korištenim materijalima, visini građevine te primijenjenim propisima, zatim zgrade sa specifičnim lokalnim značajkama (primjerice, „limenke“, zgrade izvedene tunelskom gradnjom i slično), tornjeve, važne zgrade (povijesne, vatrogasne postaje, bolnice, industrijske, studentski domovi, koncertne dvorane, kazališta, škole, druge javne zgrade, itd.) i ostale elemente kritične infrastrukture (Slika 6.7.-).

Slika 6.7.-7. – Nekoliko primjera zgrada analiziranih u Studiji [29]

Za odabrane građevine prvo se pristupa eksperimentalnim istraživanjima dinamičkih parametara primjenjujući najsuvremenije metode, a zatim izradi numeričkih modela temeljenih na metodi konačnih elemenata, u skladu s važećim propisima [4, 5]. Eksperimentalno određivanje dinamičkih parametara (Slika 6.7.-6b) se pokazalo iznimno korisnim za kalibraciju numeričkog modela budući da pri analizi treba voditi računa o mogućnosti da stvarno stanje ne odgovara dostupnoj dokumentaciji i ograničenom vizualnom pregledu, odnosno da je došlo do promjena tijekom izvedbe ili tijekom korištenja koje nisu evidentirane, te možda postoje oštećenja od ranijih potresa ili drugih izvanrednih djelovanja, rezultati.



Slika 6.7.-6. – Pristup analizi postojeće građevine na temelju prikupljenih podataka: a) obrazac za inicijalnu procjenu potresne oštetljivosti; b) eksperimentalna istraživanja dinamičkih parametara; c) numerički model; d) obrazac sZar sa sažetim prikazom rezultata analize [29]

U konačnici je prema rezultatima numeričkih analiza (Slika 6.7.-68c) napravljeno načelno vrednovanje odnosno ocjena stanja i očekivanog ponašanja svih građevina pri djelovanju potresa, za djelovanje potresa povratnog razdoblja od 95 i 475 godina (prema EMS-98 ljestvici) što odgovara očekivanim rezultatima i odabranim scenarijima u ovoj procjeni. Rezultati opisanih detaljnih analiza se mogu ekstrapolirati na veći broj građevina istog ili sličnog tipa i njihovim povezivanjem s gradskom četvrti i brojem stanovnika unutar takvih građevina se mogu dobiti korisni rezultati za preciznije procjene rizika.

Dodatno, značajan doprinos je što su za svaku analiziranu građevinu označena kritična mjesta što je posebice bitno prilikom eventualnog raščišćavanja od djelomičnog urušavanja, spašavanja zatrpanih osoba ili pregleda nakon potresa manjeg intenziteta (u slučaju oštećenja se može na vrijeme reagirati, a posebice za slučaj ponavljanja potresa). Ti podaci se također mogu iskoristiti za prijedloge seizmičkih ojačanja, planove održavanja i ograničenje intervencija unutar zgrade čime bi se povećala sigurnost i produžio uporabni vijek građevine [30].

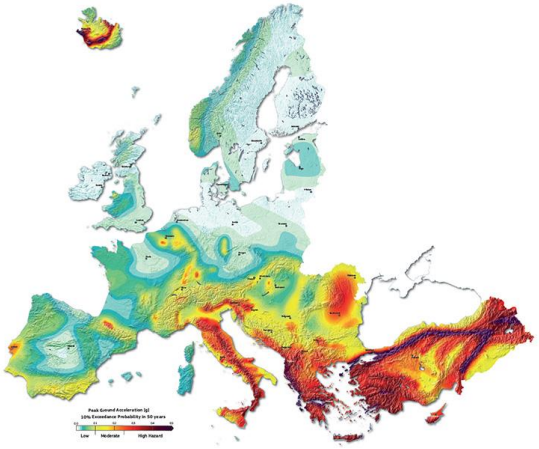
Kao posebna tema napravljena je sistematizacija zagrebačkih savskih mostova koji su od iznimnog značaja za funkcioniranje nakon potresa, a posebice za definiranje evakuacijskih puteva (primjerice za neprekinutost prometnih tokova između Starog i Novog Zagreba). Razdoblje njihove izgradnje se kreće od 1938. do 2007. i uglavnom nisu projektirani na danas propisano seizmičko opterećenje (samo dva jesu). Stoga bi u slučaju potresa moglo doći do značajnih oštećenja ili čak rušenja nekih od njih [29]. Također, napravljene su detaljne analize bolnica Sv. Duh i KBC-a Sestre milosrdnice što će biti iskorišteno za analize utjecaja potresa na društvenu stabilnost i politiku (poglavlja 6.7.2.1.1.3. i6.7.2.2.1.3.).

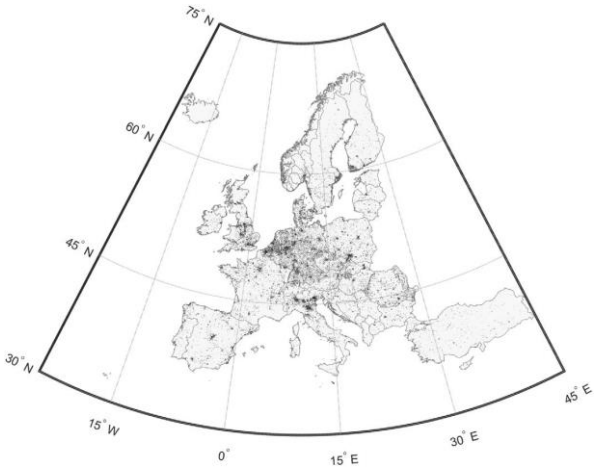
Općenito se može zaključiti da korištena metodologija s detaljnim analizama, bez obzira na kvalitetu i primjenjivost rezultata, nije prikladna za analizu cijelog fonda građevina, ali rezultati za karakteristične građevine, a posebice zgrade kritične infrastrukture su vrlo korisna baza za sve procjene rizika od potresa.

3.7.1.6.8. SERA PROJECT (SEISMOLOGY AND EARTHQUAKE ENGINEERING RESEARCH INFRASTRUCTURE ALLIANCE FOR EUROPE), 2018-2020 (SERA-2020)

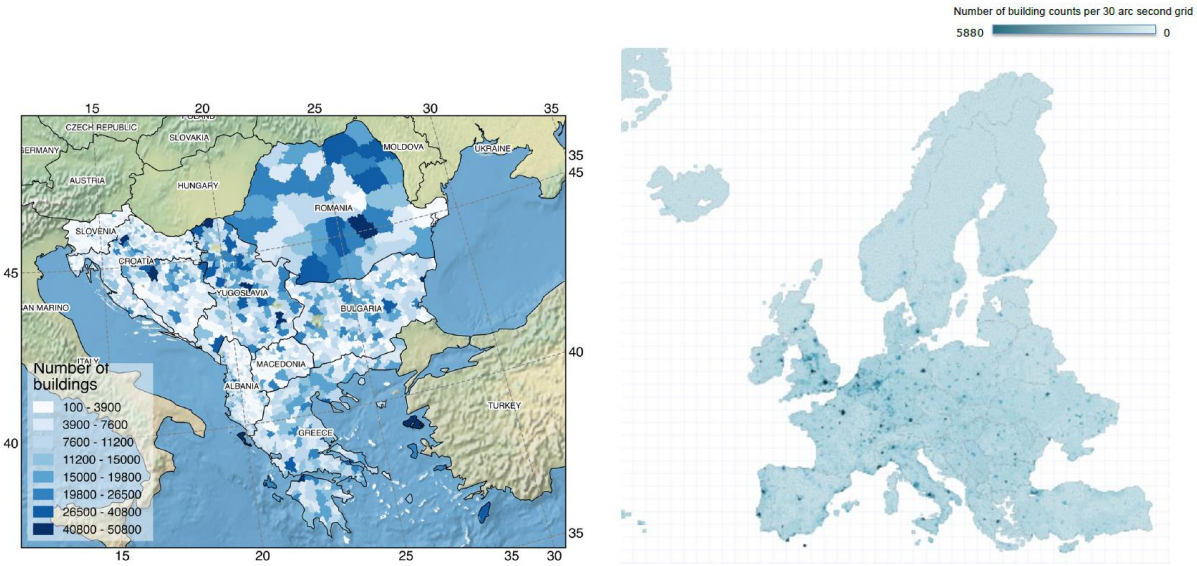
Rizik od potresa je razmatran u nizu europskih projekata zadnjih godina, ali nikada se nije krenulo u smjeru objedinjavanja u jedinstveni model za cijelu Europu [31]. H2020 SERA projekt ima cilj analizirati izloženost građevina na razini Europe, pridružiti im krivulje oštetljivosti (prema metodologiji opisanoj u poglavlju 3.7.1.6.2) i analizirati socio-ekonomske indikatore u cilju dobivanja jednolike procjene rizika za cijelu Europu. Partneri u projektu surađuju s širom zajednicom kroz internet aplikacije, radionice, sastanke gdje sudjeluju i stručnjaci s Građevinskog fakulteta Sveučlišta u Zagrebu. Konačni rezultat analiza će biti dostupan kroz GEM platformu [21].

Sam projekt je nastavak velikih europskih projekata poput projekta SHARE (analiziran seizmički hazard slika 6.7.-9.), projekta Syner-G (analizirane krivulje oštetljivosti) i projekta NERA (analizirana izloženost građevina). Analizirajući svaku od komponenti rizika, a vežući se za podatke iz postojećih projekata i novo prikupljene podatke, u konačnici će biti prezentirana analiza prosječnih godišnjih gubitaka, pretpostavljenih maksimalnih gubitaka i Europska mapa rizika (očekuje se 2020). Rezultati će biti na raspolaganju svima i očekuje se kontinuirani razvoj, sve s ciljem razvoja strategija za umanjenje rizika.



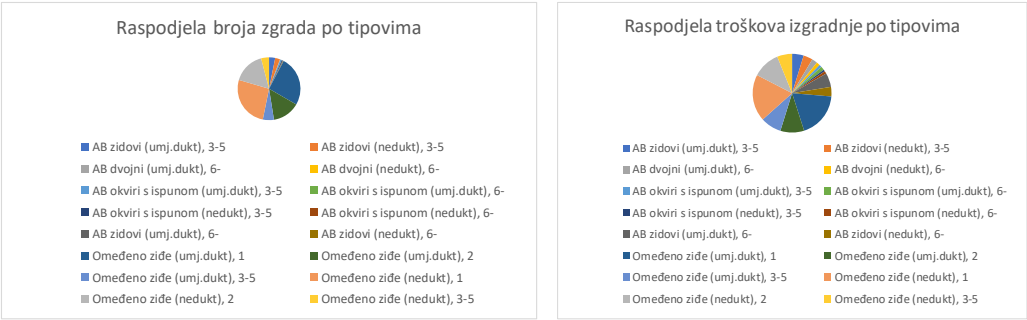


Slika 6.7.- 9. – Karta seizmičkog hazarda u Europi za povratni period od 475 godina za tlo tipa A i Georeferencirana baza građevina koje nisu stambene dobivene iz projekta CORINE za 36 europskih zemalja [31]



Slika 6.7.-70. – Broj stambenih građevina dobivenih iz nacionalnih statističkih podataka i Broj stambenih građevina za Europu iz projekta NERA [35]

Unutar početnog projekta NERA [27] je obrađena i Hrvatska, a prikupljeni su podaci o stambenim jedinicama odnosno godinama izgradnje (uključujući razdiobu), raspodjela prema vlasništvu (privatno i ostalo) i raspodjela na urbane i ruralne. Projekt SERA [31] se nastavlja na projekt NERA i pokušava napraviti korak dalje odnosno nadopuniti i povezati postojeće baze podataka/analize unutar država EU. Za Hrvatsku su napravljene nove analize dostupnih baza podataka, a s obzirom da one nisu zadovoljavajuće, baze su nadopunjavane rezultatima upitnika gdje su eminentni stručnjaci u Hrvatskoj procjenjivali (prema iskustvu) potrebne parametre za analizu. Podaci koji su prikupljani i analizirani su: razdoblja promjene propisa za projektiranja (vezano za analizu duktilnosti zgrada), udio tipova građevina razvrstanih po GEM taksonomiji (primjerice armiranobetonske, zidane, omeđeno ziđe, čelične i slično), tipovi nosivog sustava s obzirom na opterećenje potresom (pretežno zidovi, okvirne konstrukcije, mješoviti sustavi i slično) i slično. Pritom su analizirane stambene građevine za gradska i ruralna područja, industrijske i komercijalne građevine i slično. Na temelju prikupljenih podataka, proračunata je novčana vrijednost fonda zgrada po pojedinim tipovima nosivih sustava što je ulazni podatak za daljnje procjene seizmičkog rizika. Primjerice, za Grad Zagreb ukupna vrijednost stambenog fonda (engl. replacement cost) procijenjena je na 36 milijardi EUR-a, a Slika 6.7.-81. prikazuje raspodjelu broja zgrada (lijevo) i raspodjela troškova izgradnje (desno) po tipovima.



Slika 6.7.-81. – Raspodjela broja zgrada i raspodjela troškova izgradnje iz projekta SERA [35]

Općenito se može zaključiti da opisani pristup izravno ovisi o pouzdanosti ulaznih (prikupljenih) podataka, ali iznimno je korisno što će se iskoristiti suvremene metode za procjene rizika koje se još uvijek kontinuirano razvijaju, a podaci nadopunjuju. Prikupljeni podaci se trenutno analiziraju, ali konačni rezultat će biti vrlo koristan kao jedna reprezentativna analiza prema trenutno dostupnim podacima, ali i za usporedbe s ostalim članicama EU.

3.7.1.7. *Ažurirana procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku – Potres, iz 2018 godine (APRoP-ZG2018)*

Nastavno na pregled postojećih procjena rizika od potresa za Zagreb, za potrebe ažuriranja postojeće PRoP-ZG2015 (poglavlje 3.7.1.6.6), napravljena je i nova poboljšana (detaljnija) procjena. Ažuriranom procjenom su se pokušale nadomjestiti prethodno uočene manjkavosti i ona je osnova za analize scenarija (poglavlje 6.7.2.), a postojeće procjene uglavnom služe za usporedbu rezultata.

Kao glavni izvršitelj procjenu je napravio Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, u suradnji s ostalim izvršiteljima (posebice Prirodoslovno-matematičkim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu). Scenarij *Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog razdoblja usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti,* koji je korišten i u postojećoj procjeni, je zadržan. Prethodno korištena metodologija procjene seizmičkog rizika kroz četiri faktora (seizmički hazard, izloženost fonda građevina, oštetljivost izloženih građevina, trošak) je poboljšana, a svaki od navedenih utjecaja će ukratko biti opisan u daljnjem tekstu.

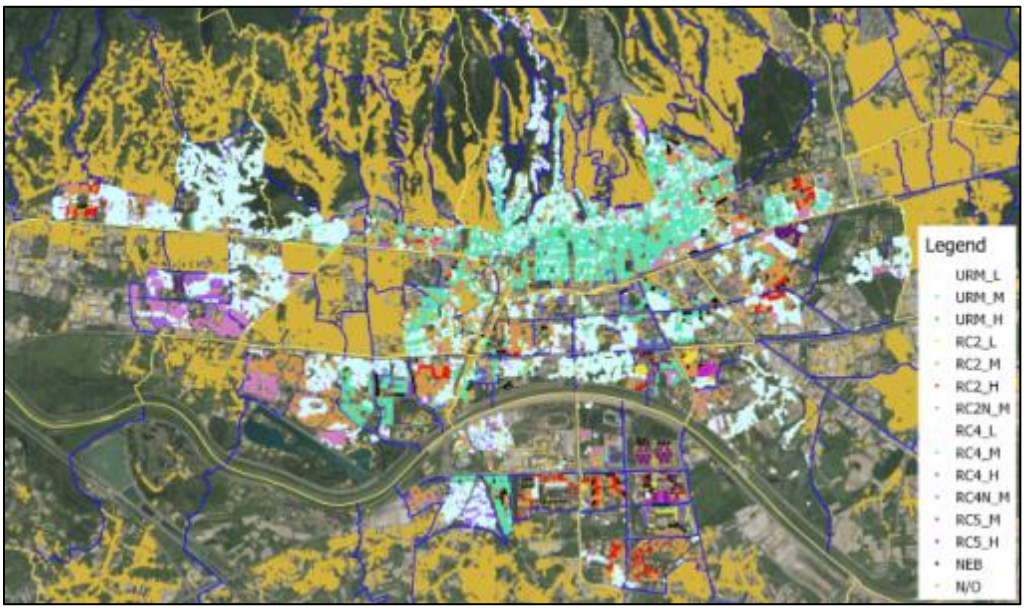
Seizmički hazard

Seizmički hazard je definiran u skladu s važećom Kartom seizmičkih područja u Republici Hrvatskoj [6]. Kao i u postojećoj PRoP-ZG2015, predviđena su dva scenarija: događaj s najgorim mogućim posljedicama (DNP) i najvjerojatniji neželjeni događaj (NND) pa je u skladu s tim za svaki mjesni odbor (njegovo težište) očitano vršno horizontalno ubrzanje za povratne periode od 475 i 95 godina.

Utjecaj tla (amplifikacija) nije uzeta u obzir (u dogovoru s Geofizičkim odsjekom PMF-a) jer je mikrozonacija grada još u tijeku pa ne postoje ujednačeni podaci za sve mjesne odbore. Kao što je istaknuto u poglavlju 6.7.1.4. razina seizmičkog hazarda koja je prihvaćena u važećim propisima za projektiranje potresne otpornosti (novih građevina ili rekonstrukciju postojećih) nije u potpunosti prilagođena procjenama rizika za postojeći fond građevina jer obuhvaća više pojedinačnih scenarija (izvora potresa) pa se može smatrati konzervativnom što treba uzeti u obzir prilikom analize rezultata.

Izloženost fonda građevina

Posebni iskorak je napravljen prema najvećem izazovu za procjene rizika od potresa odnosno podacima o konstrukcijskom sustavu građevina. Definirani su najčešći tipovi konstrukcijskih sustava (njih 14) u gradu, a zatim je za svaki mjesni odbor određeno učešće svakog pojedinog tipa u ukupnom broju stambenih zgrada. Postupak je obuhvaćao odabir svake zgrade ili grupe zgrada i pridruživanje tipu nosivog sustava (dugotrajan posao). Također, na razini mjesnog odbora je svakom tipu konstrukcijskog sustava pridružen broj stanovnika kako bi se u konačnici mogao procijeniti broj mogućih žrtava s obzirom na procjenu očekivanog broja teško oštećenih i srušenih zgrada. Na Slika 6.7.-92 mogu se vidjeti podaci o konstrukcijskim sustavima zgrada za neke mjesne odbore, uneseni u GIS sustav, koristeći najnoviju ortofoto kartu Grada iz 2018. godine kao podlogu. Oznake tipova konstrukcijskih sustava URM se odnose na zidane zgrade bez serklaža, RC2 na zgrade sa armiranobetonskim zidovima, RC4 na zgrade kojima je dominantan konstrukcijski sustav okvir s ispunom i omeđeno ziđe, RC5 na tipske armiranobetonske zgrade (tzv. limenke) i NEB na armiranobetonske tornjeve. U svim oznakama L, M i H se odnose na broj katova. Unatoč činjenici da se napravio veliki iskorak prema preciznijoj procjeni izloženosti građevina, nužno je istaknuti da realno postoji značajno više konstrukcijskih sustava i da su potrebna detaljna istraživanja za precizniju kategorizaciju



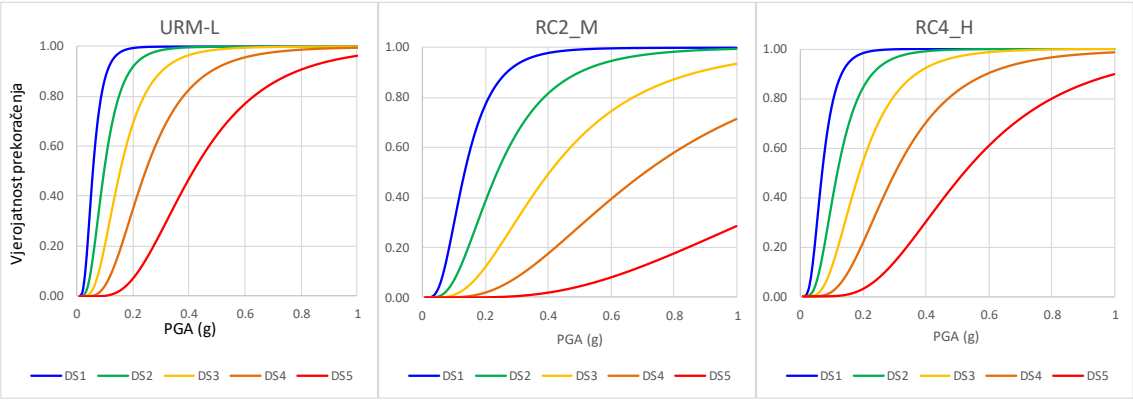
Slika 6.7.-9. – Konstrukcijski sustavi zgrada za neke mjesne odbore

Oštetljivost izloženih građevina i trošak

Kako bi se provela analiza oštetljivosti stambenog fonda, korištene su krivulje vjerojatnosti oštećenja, često zvane i krivulje ranjivosti, (engl. *fragility curve*) i krivulje oštetljivosti (engl. *vulnerability curve*). Krivulje vjerojatnosti oštećenja daju ovisnost očekivanih oštećenja pojedinog tipa zgrade o mjeri intenziteta potresnog gibanja. Određeno je ukupno 14 takvih krivulja za najčešće tipove nosivih sustava zgrada u Zagrebu, a postupak njihovog određivanja će biti ukratko opisan. Postupak je proveden prema makroseizmičkoj metodi, u skladu s RISK-UE projektom [32]. Klasifikacija oštećenja provodi se prema EMS-98 ljestvici (5 stanja oštećenja definiranih prema EMS-98: (DS1: neznatno do blago oštećenje, DS2: umjereno oštećenje, DS3: značajno do teško oštećenje, DS4: vrlo teško oštećenje i DS5: rušenje), a oštetljivost zgrade se izražava indeksom oštetljivosti [33]. Za svaki konstrukcijski sustav određen je indeks oštetljivosti V, koji se za analizirane tipove kreće od 0.246 do 0.82. Na temelju dobivenog indeksa i makroseizmičkog intenziteta potresa I izračunat je srednji razred oštećenja prema izrazu:

$$\mu_D = 2.5\left[1 + tanh\left(\frac{I + 6.25V - 13.1}{2.3}\right)\right]$$

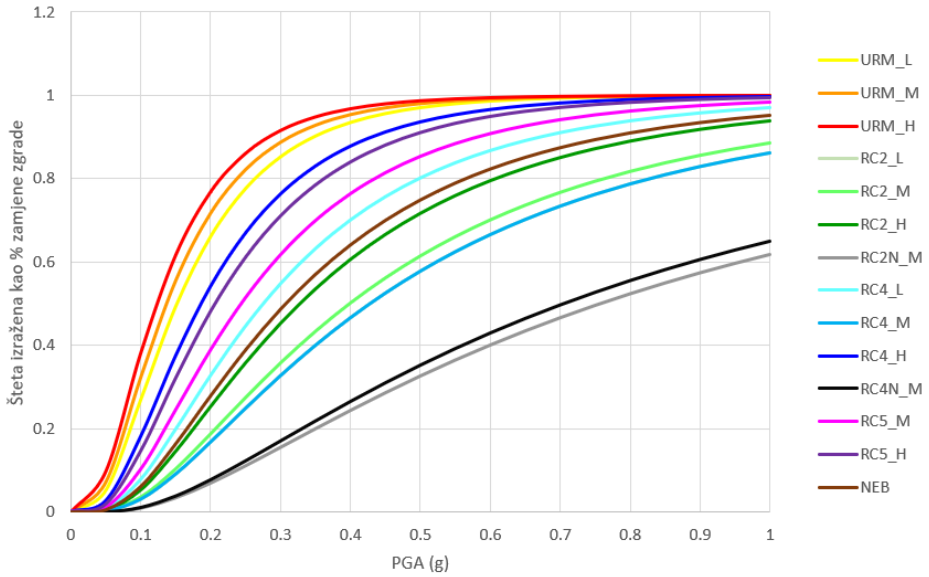
Zatim je provedena transformacija makroseizmičkog intenziteta u horizontalno vršno ubrzanje tla kako bi se mogli iskoristiti postojeći podaci o seizmičkom hazardu Grada Zagreba. Za diskretne vrijednosti matrice vjerojatnosti oštećenja provedena je prilagodba funkcije podacima pri čemu je korištena lognormalna kumulativna distribucija vjerojatnosti, određena s medijanom i standardnom devijacijom. Koristeći opisani postupak, dobivene su krivulje vjerojatnosti oštećenja ovisne o horizontalnom ubrzanju tla (Slika 6.7.-103).



Slika 6.7.-103. – Krivulje vjerojatnosti oštećenja za tipove nosivih sustava URM_L, RC2_M i RC4_H

U procjeni seizmičkog rizika nužno je povezati očekivana oštećenja zgrada s nastalom štetom, što se može izraziti relativnim financijskim gubicima zbog oštećenja u odnosu na vrijednost građevine, izražene omjerom troškova potrebnih popravaka i troškova zamjene objekta. U postupku proračuna

šteta korišteni su faktori štete (DF), iznosa u skladu s [35], koji povezuju trošak popravka zgrade za svako stanje oštećenja s troškom zamjene zgrade. Za I. stupanj oštećenja štete su 5%, za II. stupanj 30 %, za III. stupanj 70%, a za IV. i V. stupanj su 100% vrijednosti zgrade. Vrijednosti su orijentacijske odnosno ne mogu predstavljati precizne vrijednosti troškova potrebnih za popravak zgrada jer isti odstupaju ovise o mnoštvu parametara (starost građevine, vrsta materijala, lokaciji, itd.). Pridruživanjem faktora štete krivuljama vjerojatnosti oštećenja dobivene su funkcije oštetljivosti svakog konstrukcijskog tipa zgrada (Slika 6.7.-11Slika 6.7.-84).

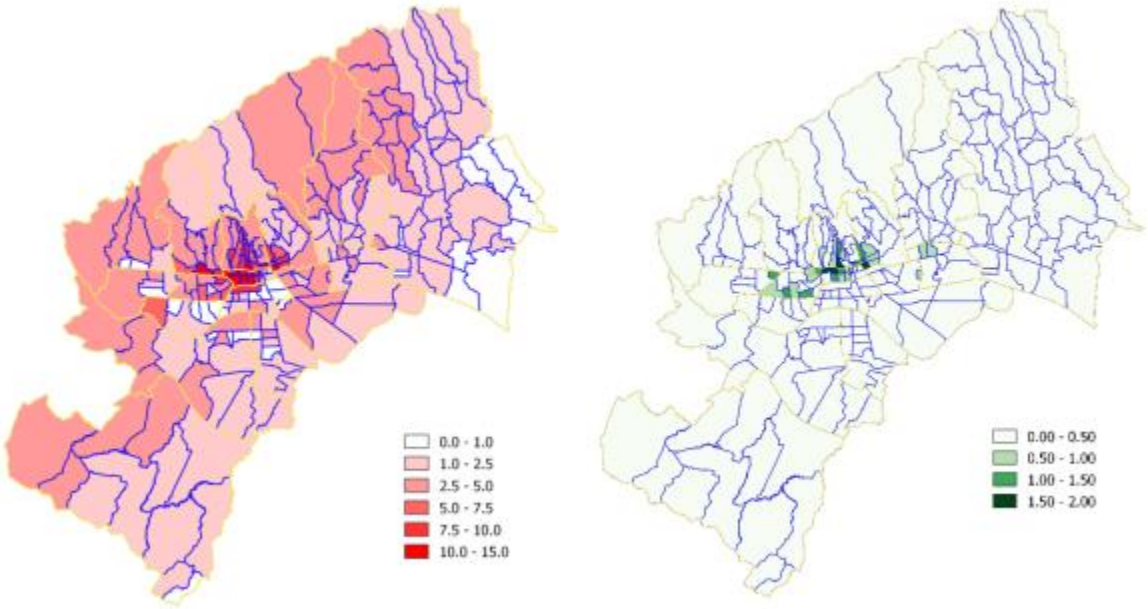


Slika 6.7.-11. – Krivulje oštetljivosti za sve tipove konstrukcijskih sustava

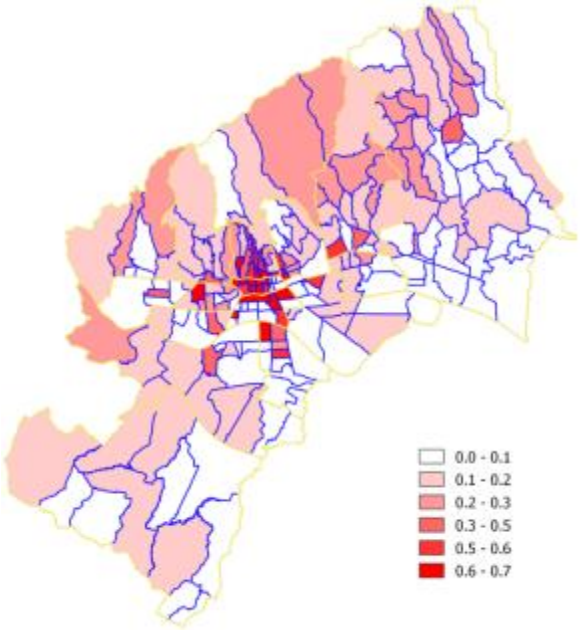
Za svaki konstrukcijski sustav definirana je novčana vrijednost zgrade (jedinični trošak zamjene zgrade prema standardnoj kalkulaciji radova u visokogradnji). Važno je istaknuti da je vrijednost stambenog fonda zgrada procijenjen na 36,7 milijarde EUR. . Zaključno treba istaknuti da opisana metodologija prati suvremene trendove, ali dok se ne provedu detaljna istraživanja karakteristika fonda građevina nije moguće u potpunosti iskoristiti sve mogućnosti (primjerice povezati krivulje oštetljivosti iz postojećih baza s fondom građevina) pa dobivene rezultate treba promatrati u svijetlu nepouzdanih ulaznih podataka.

Karakteristični rezultati

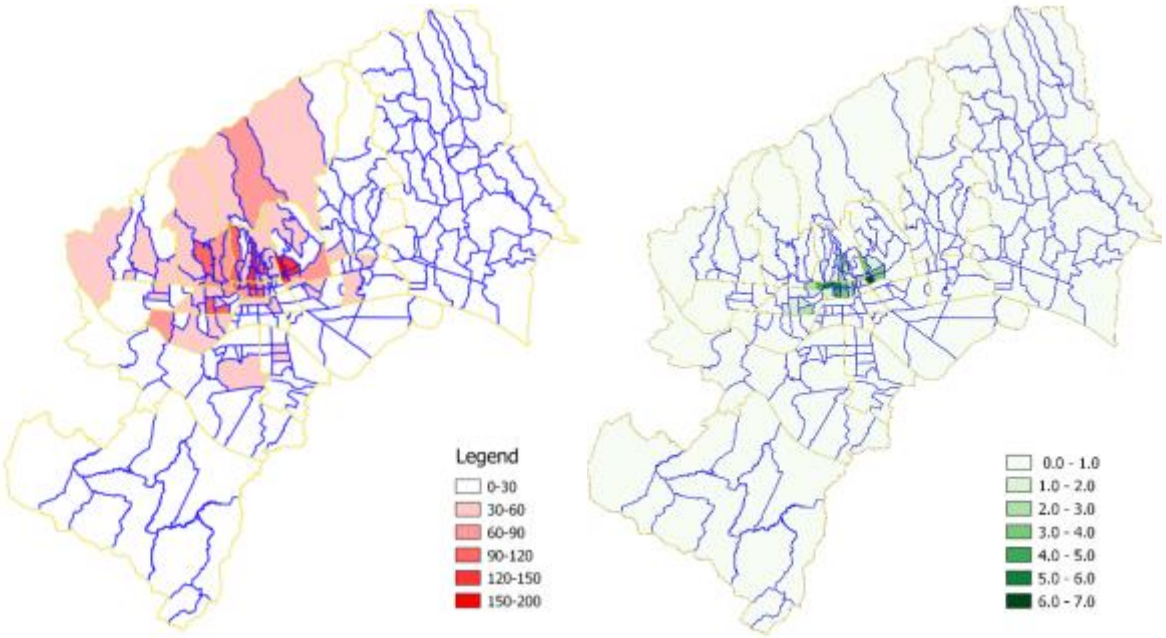
Ukupni novčani gubitci uslijed zadanih scenarija djelovanja potresa, proračunati su za svaki mjesni odbor, po različitim konstrukcijskim sustavima zgrada. Procjena smrtno stradalih osoba također je napravljena za svaki mjesni odbor i određena je u ovisnosti o broju osoba u procjenom dobivenim jako oštećenim i srušenim zgradama u vrijeme djelovanja potresa. Pritom se koriste preporuke iz literature [36, 37]. U nastavku će se istaknuti karakteristični rezultati koji jasno ističu posljedice što će biti korišteno u analizama scenarija u poglavlju 6.7.2.



Slika 6.7.-125. – Postotak srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (NND)



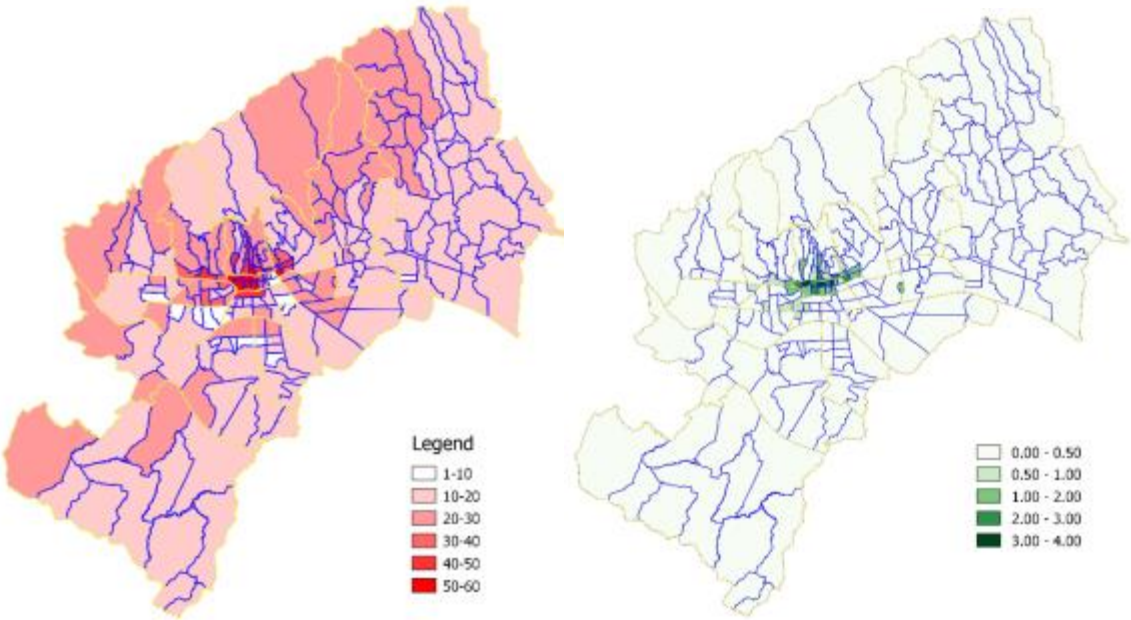
Slika 6.7.-16. –Postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (NND)



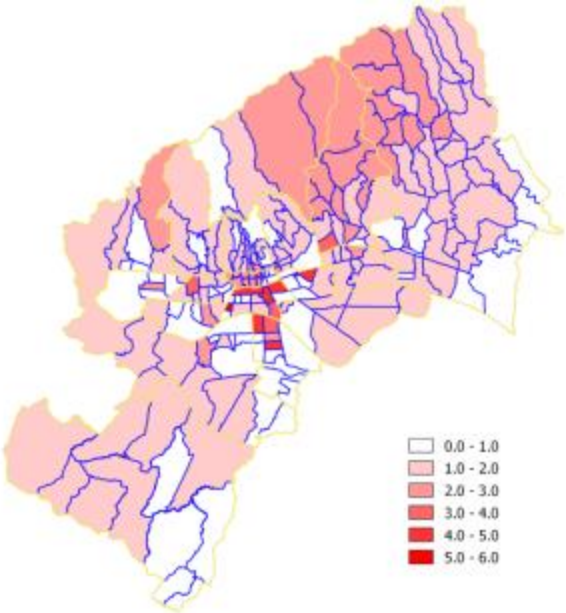
Slika 6.7.-17. – Troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (NND)

Tablica 6.7.-100. – Sumarni rezultati za scenarij NND

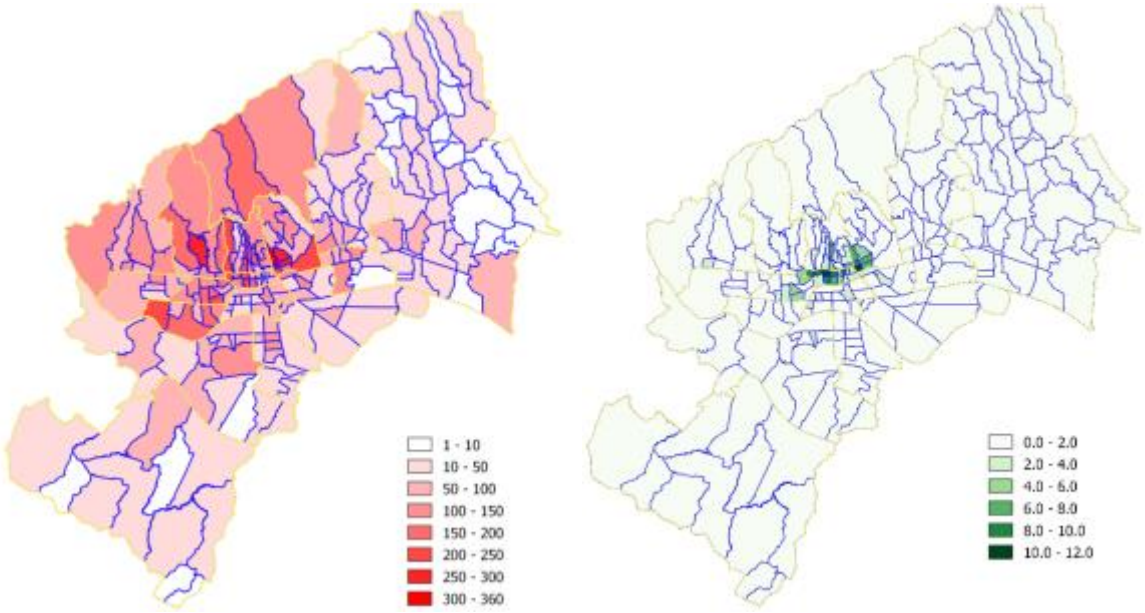
Šteta (mil. EUR)	Broj zgrada					Broj žrtava
	Bez oštećenja	**Umjereno oštećenje**	**Značajno oštećenje**	**Vrlo teško oštećenje**	**Rušenje**	
6,134.1	38974	69797	12902	3651	297	1892
16.7%	31.0%	55.6%	10.3%	2.9%	0.2%	0.2%



Slika 6.7.-18. – Postotak srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (DNP)



Slika 6.7.-19. – Postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (DNP)



Slika 6.7.-20. – Troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (DNP)

Tablica 6.7.-111. – Sumarni rezultati za scenarij DNP

Šteta (mil. EUR)	Broj zgrada					Broj žrtava
	Bez oštećenja	**Umjereno oštećenje**	**Značajno oštećenje**	**Vrlo teško oštećenje**	**Rušenje**	
15,590.0	6618	58433	33499	21087	5984	15415
42.4%	5.3%	46.5%	26.7%	16.8%	4.8%	2.0%

Općenito se može zaključiti da je prikazana metodologija veliki iskorak u odnosu na postojeće procjene jer je napravljen pomak prema identifikaciji broja građevina i njihovom razvrstavanju prema konstrukcijskom sistemu što je bio osnovni problem svih procjena rizika. U odnosu na postojeću procjenu (PRoP-ZG2015), koja je obuhvaćala analizu na razini gradskih četvrti Grada Zagreba prema grubim proračunima i iskustvenim procjenama, ažurirana procjena (APRoP-ZG2018) je napravljena na razini mjesnih odbora koristeći suvremene metode proračuna. Ipak, rezultate treba promatrati u kontekstu ograničenja svakog od faktora seizmičkog rizika koja su istaknuta u opisu metodologije, a posebice u poglavlju 6.7.4., te da su istaknuti rezultati konzervativne vrijednosti uzimajući u obzir smisao scenarija (najgore moguće posljedice i najvjerojatniji neželjeni događaj). Dobiveni rezultati, u odnosu na zadane kategorije posljedica (poglavlje 6.7.2.), jasno ističu katastrofalne posljedice potresa (višestruko premašene) s tim da treba naglasiti da tek

nakondetaljnjih istraživanja faktora seizmičkog rizika možemo govoriti o preciznim/pouzdanim procjenama.

3.7.1.8. *Uzrok*

Razvoj događaja koji prethode katastrofi može se povezati s globalnom teorijom tektonskih ploča koja objašnjava pomake Zemljine litosfere. Uzrok nastanka potresa u Republici Hrvatskoj povezuje se s podvlačenjem Jadranske platforme pod Dinaride, kao posljedica kretanja Afričke ploče u odnosu na Euro-azijsku. Rasjedi kao potencijalne žarišne točke osim toga nastaju unutar pojedinih tektonskih ploča kao posljedica diferencijalnih naprezanja u Zemljinoj kori. U sjeverozapadnom kontinentalnom dijelu uzročnici nastanka potresa su kompresijski procesi zbog pomaka Dinarida i Alpa [38]. Sam Grad Zagreb nalazi se u pojasu omeđenom s više seizmički aktivnih epicentralnih područja, a najznačajnije je područje Medvednice. Prema prostornom rasporedu epicentara prošlih potresa definirano je nekoliko rasjeda koji se na dubini od 8 km spajaju s glavnom zonom te ih se svrstava u širu zonu Zagrebačkog rasjeda Općenito, okidač koji bi uzrokovao potres, stoga možemo tražiti u pokretima u Zemljinoj unutrašnjosti koji uzrokuju naglo oslobađanje energije koja se u obliku seizmičkih valova širi prema površini Zemlje i najčešće se očituje kao podrhtavanje tla. Pojava potresa se ne može predvidjeti odnosno s određenom se vjerojatnošću mogu dogoditi u bilo kojem trenutku.

3.7.2. DOGAĐAJ

Potres se najčešće se očituje kao podrhtavanje tla zbog naglog oslobađanja energije u Zemljinoj kori, a utjecaj potresnog djelovanja se kod projektiranja seizmičke otpornosti konstrukcija opisuje horizontalnim ubrzanjima temeljnog tla (ulazna veličina). Posljedice djelovanja potresa su tijekom povijesti uzrokovale kontinuirane promjene normi za projektiranje kako u Europi tako i u Hrvatskoj (primjerice nakon potresa u Skopju). Trenutno su u Republici Hrvatskoj važeće europske norme za projektiranje (Eurocod [4, 5]), a horizontalna ubrzanja temeljnog tla (uz pretpostavku čvrste stijene) su definirana kartama potresnih područja (poglavlje 6.7.1.4) u sklopu Nacionalnog dodatka [5] od 2013. godine.

Norme za projektiranje povezuju karte potresnih područja sa zahtjevima ograničenog oštećenja odnosno graničnog stanja nosivosti (GSN) i graničnog stanja uporabivosti (GSU) što se može povezati i s određivanjem oštetljivosti u procjenama rizika. Stoga su karte potresnih područja izabrane za definiranje seizmičkog hazarda (opasnosti) u procjenama rizika od potresa. Prema odabranoj potresnoj opasnosti u nastavku su analizirane posljedice za dva scenarija pri čemu je karta potresnih područja s povratnim periodom od 475 godina pridružena događaju s najgorim mogućim posljedicama, a karta potresnih područja s povratnim periodom od 95 godina najvjerojatnijem neželjenom događaju.

3.7.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Najvjerojatniji neželjeni događaj (NND) je odabran tako da odgovara potresnom djelovanju koje se koristi u važećim Europskim normama [4, 5] pri čemu je hazard definiran Kartom potresnih područja [6] za Republiku Hrvatsku (Slika 6.7.-1) sa povratnim periodom od 95 godina (vjerojatnost događaja je 10% u 10 godina - poglavlje 6.7.1.4). Ovaj događaj odgovara potresnom djelovanju (opterećenju) za provjeru GSU, a pri tome konstrukcija mora biti projektirana i izvedena tako da se odupre potresnom djelovanju bez pojave oštećenja i njima pridruženih ograničenja upotrebe (mali troškovi oporavka).

Ovakav scenarij je odabran za najvjerojatniji neželjeni događaj jer ima relativno veliku vjerojatnost događaja (s obzirom na posljedice), a razina opterećenja je veća (u gruboj usporedbi) od opterećenja koje se koristilo pri projektiranju građevina sve do 1998. (prijelazno razdoblje do 2013. godine). Do 1998. godine je izgrađena većina fonda građevina (stambenih jedinica) u gradu Zagrebu što jasno ističe ugroženost velikog dijela postojećeg fonda građevina (neželjeni događaj).

3.7.2.1.1. POSLJEDICE

Procjena posljedica za odabrani NND se uglavnom oslanja na ažuriranu procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (APRoP-ZG2018) detaljnije opisanu u poglavlju 6.7.1.7 uključujući dijelove rezultata postojećih procjena opisanih u poglavlju 6.7.1.6. U nastavku će biti istaknuti samo karakteristični rezultati APRoP-ZG2018 potrebni za definiranje kategorije posljedica, uključujući usporedbe sa rezultatima postojeće PRoP-ZG2015 (poglavlje 6.7.1.6.6).

3.7.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Posljedice na život i zdravlje ljudi se prvenstveno promatraju u odnosu na poginule, ozlijeđene i trajno raseljene stanovnike, a potom i sve stanovnike trenutno zahvaćene posljedicama djelovanja potresa (evakuirani, sklonjeni itd.). U postojećoj PRoP-ZG2015 su opisani postupci koji detaljnije procjenjuju posljedice, prvenstveno se oslanjajući na procjenu stupnja oštećenja građevina (rezultat su poginuli, duboko zatrpani, srednje zatrpani i plitko zatrpani), ali uzimajući u obzir i brojne ostale faktore kao što je rušenje namještaja (padanje predmeta), broj osoba u gradu koje nemaju prebivalište (turisti, radna snaga itd.), doba dana i slično. Prema zadanim kategorijama posljedice će biti katastrofalne ukoliko potres utječe na više od 1500 ljudi za što bi, ako uzmemo prosjek od 3 osobe po stambenoj jedinici (prema podacima Državnog zavoda za statistiku), bilo dovoljno značajnije oštećenje oko 500 stambenih jedinica (stradali ili je potrebno privremeno zbrinjavanje).

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 6.7.1.7), procijenjeno je vrlo teško oštećenje i rušenje za gotovo 4000 građevina (oko 3,0 %) uzimajući u obzir samo kategorije oštećenja V i IV (tablica 6.7.-10.) što jasno ističe da su katastrofalne posljedice na život i zdravlje ljudi daleko premašene. Dodatno, za dobivanje cjelovitije slike može se istaknuti postotak srušenih zgrada

u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (Slika 6.7.-15) te postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (Slika 6.7.-16).

Za dodatnu usporedbu, prema PRoP-ZG2015 (poglavlje 6.7.1.6.6), procijenjeno je oštećenje preko 5000 stambenih jedinica (1,3%) uzimajući u obzir kategorije oštećenja V, IV i III (tablica 6.7.-6.) s tim da je uzeta u obzir minimalna procijenjena vrijednost. Postojeća procjena je također pokazala da su posljedice na život i zdravlje ljudi daleko premašene s obzirom na zadane kategorije posljedica, s tim da treba napomenuti da je samo procjena broja žrtava 588 (tablica 6.7.-8.), a pri tome nisu uključeni potrebiti za zbrinjavanje.

Dodatno, bitno je još jednom istaknuti nepovoljni položaj zdravstvenih ustanova (poglavlje 6.7.1.6.1) i nepovezanost preko rijeke Save s obzirom na dotrajalost mostova [16]. Štoviše, rezultati detaljnih analiza pojedinačnih građevina bolnica Sv. Duh i KBC-a Sestre milosrdnice provedenih unutar SSPP-2018 (poglavlje 6.7.1.6.7) pokazuju da većina zgrada neće biti u uporabnom stanju (značajno oštećene) za prihvat stradalih što dodatno umanjuje ionako nedovoljne kapacitete [18].

Također, bitno je imati na umu da je izgradnja zamjenskih građevina i sanacija oštećenih građevina (za koje se prvo mora provesti postupak procjene stupnja oštećenja) obično dugotrajan proces što unosi nesigurnost među stanovništvo (gubitak stambenog ili radnog mjesta) i s obzirom na život u neadekvatnim uvjetima i pada kvalitete života u konačnici se očekuje iseljavanje dijela stanovništva.

Tablica 6.7.-12.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.7.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Posljedice na gospodarstvo će se procijeniti kroz direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke. Direktni gubici se vežu za oštećenja građevina/stambenih jedinica kao što je trošak popravka građevine (dovođenje građevine u dostatnu razinu sigurnosti) ili trošak uklanjanja građevine (za

građevine koje su procijenjene da nisu sigurne za uporabu) i izgradnje novih (zamjenskih) građevina itd. Uobičajena je pretpostavka se da će se vrlo teško oštećene građevine morati ukloniti i ponovo izgraditi jer će šteta premašiti 50% vrijednosti građevine. Značajno do teško oštećenim građevinama ne bi izravno bila ugrožena nosivost konstrukcije pa je moguća sanacija (nakon procjene), a građevine s umjerenim oštećenjem će se uglavnom moći brzo i jeftino sanirati. Troškovnička stavka dovođenja građevine u prvotno stanje bilo popravkom ili ponovnom izgradnjom može značajno varirati s obzirom na stupanj oštećenja i tip građevine, ali i mnogo drugih parametara kao što je lokacija u gradu. Grubu procjenu moguće je napraviti prema dostupnim podacima [26, 42], pridruživanjem troškovničke stavke stupnju oštećenja.

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 6.7.1.7), procijenjeno je 297 (0,2%) srušenih građevina, 3651 (2,9%) vrlo teško oštećenih, 12902 (10,3%) značajno oštećenih, te 69797 (55,6%) umjereno oštećenih građevina. Proračun izravne štete iznosi preko 6134 milijuna EUR (tablica 6.7.-10.). Dodatno, za dobivanje cjelovitije slike može se istaknuti GIS prikaz postotka srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (Slika 6.7.-15) te troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (Slika 6.7.-17). Prikazani rezultati pokazuju da je kriterij katastrofalnih posljedica višestruko premašen.

Za usporedbu, prema PRoP-ZG2015 (poglavlje 6.7.1.6.6), ako uzmemo donje granice procjena (tablica 6.7.-7.), očekuje se oko 200 (0,05%) srušenih stambenih jedinica, oko 800 (0,2%) vrlo teško oštećenih, oko 4.000 (1,0%) teško značajno do teško oštećenih, te oko 20.000 (5,0%) umjereno oštećenih stambenih jedinica. Uz pretpostavku prosječne površine stambene jedinice od 69,0 m2, proračun izravne štete iznosi preko 950 milijuna EUR što također značajno premašuje kriterij katastrofalnih posljedica unatoč tome što su korištene konzervativne vrijednosti. Tablica 6.7.-9. daje nešto manje procjene šteta, s tim da nisu uzeti u obzir 'lokalni' uvjeti.

Indirektni (neizravni) gubici bi bili vrlo značajni s obzirom da je Grad Zagreb središte državne, regionalne i lokalne uprave te prometno središte države i sjecište europskih prometnih smjerova (istok-zapad i sjever-jug). Kao što je u poglavljima 6.7.1.5 i 6.7.1.6 istaknuto, a posebice u PRoP-ZG2015, u Zagrebu se nalaze brojne obrazovne, kulturne, umjetničke i zdravstvene institucije, industrijski pogoni, poslovni subjekti i kulturna baština neprocjenjive nacionalne vrijednosti itd. Ukupnu razinu indirektnih troškova je teško predvidjeti s obzirom na brojne parametre, ali ako istaknemo činjenicu da Grad Zagreb predstavlja trećinu ukupnog gospodarstva Hrvatske te mnoga gospodarstva iz regije gravitiraju prema Zagrebu očito je da bi potres značajno ugrozio gospodarsku stabilnost. Troškovi se mogu promatrati kroz: prekid poslovanja, zaustavljene razne proizvodne aktivnosti (primjerice energija), prekid dostave resursa za održavanje poslovanja, gubitak opreme (industrijske, zdravstvene, računalne, laboratorija, itd) u objektima, gubitak zarade, oštećenje transportnih putova, prekid komunikacijske mreže, oštećenje ključne komunalne infrastrukture (energija, voda itd.), troškovi oporavka privatne i državne imovine, gubitak radnih mjesta, gubitak radne snage, povećane potrebe za smještajnim kapacitetima, zagađenje okoliša, srušene trgovine (trgovački centri) itd. Ostali potencijalni indirektni utjecaji [40, 41] mogu biti: požari, odroni tla i

otvaranje klizišta, poplave, tehničko-tehnološke katastrofe slijedom stradavanja gospodarskih objekata, epidemiološke i sanitarne opasnosti slijedom ne funkcioniranja nadležnih, prekidi proizvodnih i opskrbnih lanaca (stradava ekonomska stabilnost), nesreće na odlagalištima otpada itd.

Za točnu procjenu svih ekonomskih parametara za grad kao što je Zagreb su potrebne iscrpne i dugotrajne analize, ali obzirom na trenutnu tešku gospodarsku situaciju, manjak rezervi kapitala, brojnih poslovnih i stambenih kredita, može se očekivati brzi gubitak poslovnih subjekata, jako spori oporavak tvrtki i u konačnici značajan porast nezaposlenosti. Bitni su i posredni utjecaji u vremenu poslije potresa, a koji ovise o lančanoj reakciji kroz ekonomiju regije.

Ako sumiramo sve navedeno i uočimo da se preklapa visoki seizmički rizik na glavnom gradu države koji ujedno predstavlja i gospodarsko središe jasno je da bi izravne štete predstavljale tek manji dio i ukupna šteta se može nedvojbeno procijeniti kao katastrofalna.

Tablica 6.7.-13. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

3.7.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Zagreb kao glavni grad i administrativni centar predstavlja ključnu točku društvene stabilnosti i politike (poglavlje 3.7.1.6.1) što je detaljno opisano u postojećoj PRoP-ZG2015. Za procjenu posljedica mora se istaknuti da su u Zagrebu smještene gotovo sve ključne državne institucije kao što su Hrvatski sabor, Ured predsjednice Republike Hrvatske, Vlada RH (Banski dvori), Ustavni sud, Vrhovni sud Republike Hrvatske, brojni ostali sudovi (županijski, općinski građanski, kazneni, visoki upravni, radni, visoki trgovački, prekršajni itd.), Državno odvjetništvo Republike Hrvatske, gotovo sva Ministarstva (28 zgrada), državni zavodi, državni uredi itd. Detaljni prikaz građevina je izdvojen u

prilogu postojeće PRoP-ZG2015 što obuhvaća ključne građevine od javnog i društvenog značaja, uključujući godinu izgradnje i lokaciju, koje se mogu izravno povezati s tablicama procjene oštećenja. Ističe se podatak da je većina svih administrativnih građevina izgrađena prije 1964. godine odnosno prije prvih propisa koji značajnije uzimaju u obzir potresno djelovanje što ih ističe kao značajnije ugrožene. Štoviše, većina ih je smještena u staroj jezgri gdje postoji i značajna opasnost od požara nakon djelovanja potresa. S obzirom na navedeno, većina građevina od javnog društvenog značaja je ozbiljno ugrožena.

Prema postojećoj PRoP-ZG2015 (poglavlje 3.7.1.6.6), uzimajući u obzir kategorije oštećenja područja grada gdje se nalaze građevine od javnog i društvenog značaja, troškovničke stavke prema stupnju oštećenja [39] i površine građevina od javnog društvenog značaja (prilog PRoP-ZG2015) donesen je zaključak da bi izravna šteta bila oko 2 000 mil. kuna. Za neizravne štete se pretpostavlja da bi bile značajno veće odnosno da bi potresom prekinuti sustavi zahtijevali dugo vremensko razdoblje za ponovnu uspostavu (uništena radna mjesta, izgubljene baze podataka, itd.) te će dodatne posljedice biti zbog dugotrajne obnove, a posebice zbog prekinutog funkcioniranja države. Analiza neizravnih posljedica zahtijeva iscrpne ekonomske analize pa nisu napravljene.

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 3.7.1.7) očito je da se zgrade državnih institucija nalaze u najugroženijem dijelu grada (Slika 6.7.-125). prema rezultatima u prethodnim poglavljima i dobivenom postotku oštećenih zgrada, unutar tog dijela grada, može se zaključiti da će većina zgrada biti oštećena, a barem minimalne štete koje možemo očekivati uključuju sanaciju konstrukcijskog sustava što će opet na duže vrijeme ugroziti funkcioniranje države. Za razliku na postojeće PRoP-ZG2015 procjenjuje se da će potresno djelovanje u Gradu Zagrebu imati katastrofalne posljedice za Grad, ali i Republiku Hrvatsku.

Dodatno, u SSPP-2018 (poglavlje 3.7.1.6.77.) je analizirano nekoliko zgrada koje se mogu svrstati u kritičnu infrastrukturu poput zgrade javne vatrogasne postrojbe, Hrvatskog narodnog kazališta, zgrade gradske uprave, Most Slobode, koncertna dvorana Vatroslav Lisinski, bolnica Sv. Duh i slično. Analize navedenih zgrada su pokazale da se za većinu očekuje značajno oštećenje ili barem minimalno umjereno oštećenje za koju je opet potrebno napraviti određenu sanaciju.

Mogući problemi na gradskoj infrastrukturi su istaknuti u PPPR-2014 (poglavlje 3.7.1.6.5) za slučaj snažnog potresa pri čemu je istaknut utjecaj na proizvodnju i distribuciju električne energije, opskrbu vodom i odvodnju, prehranu, javno zdravstvo, energetiku, telekomunikacije, promet, financijske usluge, znanost, spomenike kulture i slično.

Tablica 6.7.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

Posebno važan element, neposredno nakon potresa, je neprekinuto funkcioniranje administracije da se spriječi ulijevanje nesigurnosti, straha, narušavanja javnog reda i mira posebice ako dođe do izražaja nespremnost odgovornih institucija za ponašanje poslije potresa (prihvatni centri, kapaciteti bolnica, opskrbi hrane i vode, dugotrajne procjene oštećenja građevina itd.). Posebno su važni sustavi informiranja (državne i javne televizije) koji ne smiju biti prekinuti, a gotovo svi glavni su smješteni u gradu Zagrebu. Utjecaj na kritičnu infrastrukturu je opisan u poglavlju 6.7.1.5, a u Prilogu postojeće PRoP-ZG2015 je dodatno izdvojen popis i broj ključnih elemenata kritične infrastrukture grada Zagreba.

Analize svih pojedinačnih elemenata kritične infrastrukture nisu napravljene (osim analiza u SSPP-2018) pa nije moguće precizno procijeniti razinu utjecaja, ali s obzirom na očitu koncentraciju kritične infrastrukture, te da je ista uglavnom napravljena prije suvremenih propisa (projektirane na značajno manju potresnu silu ili potres uopće nije uzet u obzir prilikom projektiranja), očito je da bi značajniji potres uzrokovao katastrofalne posljedice.

Tablica 6.7.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

Prema svemu navedenom može se zaključiti da je sva kritična infrastruktura izravno ugrožena od potresa, a uništenje ili značajno oštećenje će zahtijevati dugotrajni oporavak odnosno dugotrajniji prekid gdje će biti ugrožena većina od 792.875 građana.

Tablica 6.7.-16. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	**X**

3.7.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Odabirom scenarija da odgovara potresnom djelovanju za provjeru GSU odnosno Karti potresnih područja s prikazom poredbenih vršnih ubrzanja tla (Slika 6.7.-4) za povratni period od 95 godina je definirana vjerojatnost od 10% u 10 godina (poglavlje 6.7.1.4).

S obzirom da se nalazimo u području izrazite seizmičke aktivnosti gdje se značajniji potres javljao svakih 100 godina moguće je očekivati nove značajne potrese, s tim da su stručnjaci složni kako iste nije moguće predvidjeti.

Tablica 6.7.-17. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.7.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Događaj s najgorim mogućim posljedicama (DNP) je odabran tako da odgovara potresnom djelovanju koje se koristi u važećim Europskim normama [4, 5] pri čemu je hazard definiran Kartom potresnih područja [6] za Republiku Hrvatsku (Slika 6.7.-1) sa povratnim periodom od 475 godina (vjerojatnost događaja je 10% u 50 godina - poglavlje 3.7.1.4). Ovaj događaj odgovara potresnom djelovanju (opterećenju) za provjeru GSN, a pri tome konstrukcija mora biti projektirana i izvedena tako da se odupre proračunskom potresnom djelovanju uz ograničena oštećenja, ali bez lokalnog ili globalnog rušenja zadržavajući konstrukcijsku cjelovitost i preostalu nosivost nakon potresa (popravak nije ekonomičan).

Ovakav scenarij je odabran za događaj s najgorim mogućim posljedicama jer je razina opterećenja više od dva puta veća (u gruboj usporedbi) od one koja se koristila za projektiranje preko 90% stambenog fonda. Za događaj s najgorim mogućim posljedicama se moglo odabrati i duže povratno razdoblje (primjerice 2000 godina) za koje bi posljedice bile još dalekosežnije, ali i u ovom slučaju posljedice višestruko premašuju katastrofalne kriterije posljedica.

3.7.2.2.1. POSLJEDICE

Procjena posljedica za odabrani DNP se također uglavnom oslanja na ažuriranu procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku (APRoP-ZG2018) detaljnije opisanu u poglavlju 6.7.1.7, ali koriste se i rezultati ostalih postojećih procjena koje su opisane u poglavlju 6.7.1.6. U nastavku će biti istaknuti samo karakteristični rezultati APRoP-ZG2018 potrebni za definiranje kategorije posljedica, uključujući usporedbe s rezultatima ostalih postojećih procjena koje koriste različitu metodologiju, ali jasno ističu problematiku.

3.7.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Posljedice na život i zdravlje ljudi se prvenstveno promatraju u odnosu na poginule, ozlijeđene i trajno raseljene stanovnike, a potom i sve stanovnike trenutno zahvaćene posljedicama djelovanja potresa (evakuirani, sklonjeni itd.). S obzirom da je u poglavlju 6.7.2.1.1.1. za najvjerojatniji neželjeni događaj (NND) procijenjen katastrofalan utjecaj na život i zdravlje ljudi očito je da potresno djelovanje koji je u pravilu dva puta jačeg intenziteta ima također katastrofalne posljedice. Također, sve napomene iz poglavlja 6.7.2.1.1.1.vrijede i za ovaj događaj pa se neće opet isticati.

Tablica 6.7.-18. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 3.7.1.7), predviđeno je rušenje gotovo 6000 građevina (oko 4,8 %) uzimajući u obzir samo kategoriju oštećenja V (tablica 6.7.-11.) što jasno ističe da su katastrofalne posljedice na život i zdravlje ljudi daleko premašene. Dodatno, za dobivanje cjelovitije slike može se istaknuti postotak srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (Slika 6.7.-18) te postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (Slika 6.7.-).

Za usporedbu rezultata su priloženi i rezultati ostalih procjena, opisanih u poglavlju 6.7.1.6.. Unatoč činjenici da korištene metodologije nisu u potpunosti iste dobiveni rezultati mogu poslužiti za grubu usporedbu, ali i kao dodatni dokaz da je kriterij katastrofalnih posljedica uvelike premašen.

Prema PRoP-ZG2015 (poglavlje 3.7.1.6.6), procijenjeno je preko 8.000 stradalih, a ako se uzme u obzir ukupni broj oštećenih stambenih jedinica odnosno broj evakuiranih i sklonjenih osoba broj osoba značajno premašuje kriterij za katastrofalne posljedice.

Prema PPPR-2014 (poglavlje 3.7.1.6.5), procijenjeno je da bi za 168.000 osoba trebalo rješavati zbrinjavanje do izgradnje zamjenskih zgrada odnosno cijelih novih naselja, a za daljnjih 103.000 osoba trebalo riješiti privremeni smještaj. Uzimajući prosječan broj osoba u stanu od 2,58 i koristeći srednje vrijednosti dobivenih rezultata, procijenjeno je 5.626 poginulih, 11.539 ranjenih osoba i 10632 zatrpanih.

Prema PUoK-ZG2011 (poglavlje 3.7.1.6.4), za potres IX. stupnja po MCS skali bi poginulo 2.961 osoba, 6.233 bile bi duboko, 8.571 srednje, a 45.190 osoba plitko zatrpano. Također procijenjeno je da bi oko 130.000 stanovnika bi moglo ostati bez krova nad glavom, odnosno da će njihovi objekti zbog oštećenja biti nesigurni za daljnje stanovanje.

Prema PŠiBŽ-1992 (poglavlje 3.7.1.6.3) procijenjeno je da bi, uzimajući prosjek od 3,1 osobe po stambenoj jedinici, bilo raseljeno oko 18% stanovništva (pretpostavljeno oko 700.000 stanovnika), poginulih oko 2.000 osoba te 13.500 ozlijeđenih osoba.

U SSPP-2018 (poglavlje 3.7.1.6.77) su napravljene detaljne analize oko 40 zgrada za koje je prema dobivenim rezultatima moguće grubo procijeniti i stradale osobe. Treba istaknuto da su odabrane zgrade vrlo karakteristične (bolnice, škole, tornjevi, starije zidane i slično), a rezultati su pokazali da se za 40 odabranih zgrada očekuje se stradanje oko 300 ljudi, a ekstrapolacijom rezultata na iste ili slične građevine dobiveno je više od 2000 (zatrpanih pod ruševinama).

Konačno, se mogu istaknuti posljedice potresa u Skopju 1963. s obzirom na dosta paralela koje se mogu povući sa Gradom Zagrebom. Posljedice potresa u Skopju su preko 1.000 mrtvih, 3.000 ozlijeđenih te 120.000-200.000 ljudi bez krova nad glavom.

Potrebno je istaknuti da bi izgradnja zamjenskih građevina i sanacija oštećenih građevina (koje su procijenjene da se mogu sanirati) bi bila jako dugotrajna te se očekuje iseljavanje značajnijeg broja stanovnika. Posebice, ako se podrhtavanja tla budu nastavila i osjetila kao i u potresu 1880. godine. Broj raspoloživih kreveta u bolnicama neće biti dostatan, a nepovoljni položaj bolnica što se tiče smještaja u starom dijelu grada (godina izgradnje, požari, uske ulice itd.) će biti još više istaknut, posebice što se tiče povezanosti s dijelovima grada preko rijeke Save.

3.7.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Posljedice na gospodarstvo, kao i za prethodni scenarij, će se procijeniti kroz direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke što je detaljnije opisano u poglavlju 6.7.2.1.1.2. Direktni gubici su uglavnom vezani za oštećenja stambenih jedinica (trošak popravaka, trošak uklanjanja građevine, trošak izgradnje zamjenskih građevina itd.), a indirektni (neizravni) gubici se mogu vezati za kontekst odnosno da je Grad Zagreb gospodarsko središte (trećina ukupnog gospodarstva Hrvatske) prometno središte (države, ali i europskih prometnih smjerova), središte uprave (državne, regionalne i lokalne) i slično.

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 3.7.1.7), procijenjena je izravna šteta od 15.590 milijuna EUR (tablica 6.7.-11.). Dodatno, za dobivanje cjelovitije slike može se istaknuti GIS prikaz postotka srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (18) te troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (Slika 6.7.-0). Prikazani rezultati pokazuju da je kriterij katastrofalnih posljedica višestruko premašen.

Za usporedbu rezultata su priloženi i rezultati ostalih procjena, opisanih u poglavlju 6.7.1.6. Unatoč činjenici da korištene metodologije nisu u potpunosti iste dobiveni rezultati mogu poslužiti za grubu usporedbu, ali i kao dodatni dokaz da je kriterij katastrofalnih posljedica uvelike premašen.

Prema postojećoj PRoP-ZG2015 (poglavlje 3.7.1.6.6), katastrofalne posljedice su već procijenjene 2015. godine, što se može zaključiti iz obzirom na postotke oštećenih stambenih jedinica (tablica 6.7.-7.) i procjeni očekivanih šteta (tablica 6.7.-9.). Indirektni troškovi nisu detaljnije razmatrani s obzirom da prikazani rezultati uvelike premašuju zadane kriterije.

Prema PUoK-ZG2011 (poglavlje 3.7.1.6.4), potres intenziteta IX. ° MCS ljestvice bi uzrokovao rušenje preko 2.000 stambenih jedinica (tablica 6.7.-2.) odnosno procjenjuje se da ne bi bilo za stanovanje preko 50.000 stambenih jedinica (oko 16% stambenog fonda), a ukupno oštećeno preko 185.000 stambenih jedinica (oko 60%).

Prema PŠiBŽ-1992 (poglavlje 3.7.1.6.3), procijenjeno je da bi potpuno uništeno bilo oko 2.400 stambenih jedinica, teže oštećenih stambenih jedinica oko 39.200, a lakše oštećenih stambenih jedinica oko 38.400. Sumarno se očekivalo uništenje oko 11% stambenog fonda. Tada je za prosječnu veličinu stana od 60m^2 i cijenu izgradnje od 1.000 DEM/m^2 procijenjena šteta na 1.440.000.000 DEM.

U SSPP-2018 (poglavlje 3.7.1.6.7) su napravljene detaljne analize oko 40 zgrada za koje je prema dobivenim rezultatima moguće grubo procijeniti i troškove. Treba istaknuto da su odabrane zgrade vrlo karakteristične (bolnice, škole, tornjevi, starije zidane i slično), a rezultati su pokazali da se samo za 40 odabranih zgrada očekuje se trošak oko 40 milijuna EUR s tim da bi ekstrapolacijom rezultata na iste ili slične građevine trošak bio višestruko veći. Primjerice, samo za zgrade tipa Jugomont JU-60 (limenki) kojih u Zagrebu ima oko 150, procjena troška prelazi 120 milijuna EUR [17].

Prema PPPR-2014 (poglavlje 3.7.1.6.5), procijenjeno je da bi bilo uništeno 129.075 ekvivalentnih stanova što uz prosječnu površinu od 70 m^2/stan i cijenu građenja od 1000 €/m^2 daje štetu na stambenom fondu od 9.035.250.000 €.

Potres u Skopju 1963. se može istaknuti za dodatnu usporedbu posljedica s obzirom na dosta sličnosti. Tada je uništeno 75%-80% zgrada, a može se istaknuti da je u Zagrebu do 1963. godine izgrađeno više od trećine fonda građevina što obuhvaća većinu zgrada kritične infrastrukture.

Tablica 6.7.-19. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

3.7.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Posljedice za društvenu stabilnost i politiku su također promatrane kroz kontekst da je Zagreb glavni grad i administrativni centar te je očito da predstavlja ključnu točku društvene stabilnosti i politike što je detaljno opisano u postojećoj PRoP-ZG2015. Bitno je ponovo istaknuti da su u Zagrebu smještene sve ključne institucije Hrvatski sabor, Ured predsjednice Republike Hrvatske, Vlada RH, brojni sudovi, Zavodi i gotovo sva Ministarstva. S obzirom na koncentraciju građevina od javnog i društvenog značaja koje su uglavnom izgrađene prije prvih propisa za projektiranje potresno otpornih zgrada možemo zaključiti da je većina značajno ugrožena.

Prema prikazanim detaljnijim rezultatima APRoP-ZG2018 (poglavlje 3.7.1.7) očito je da se zgrade državne institucije nalaze u najugroženijem dijelu grada (Slika 6.7.-125). Prema dobivenom postotku oštećenih zgrada, unutar tog dijela grada, može se zaključiti da će većina zgrada biti vrlo teško oštećena što će na duže vrijeme ugroziti funkcioniranje države. Procjenjuje se da će potresno djelovanje u Gradu Zagrebu imati katastrofalne posljedice za Grad, ali i Republiku Hrvatsku.

Prema prethodno navedenom i prema rezultatima za scenarij NND očito da se posljedice mogu procijeniti kao katastrofalne. Treba imati na umu da je neposredno nakon potresa posebno važno neprekinuto funkcioniranje administracije, spremnost odgovornih institucija i sustava informiranja što će s obzirom na procijenjene posljedice biti teško ostvarivo.

Tablica 6.7.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

Količina i važnost kritične infrastrukture u Zagrebu je već više puta istaknuta (poglavlja 6.7.1.5 i 6.7.1.6.1). S obzirom na prethodno navedene zaključke, te procjenu katastrofalnih posljedica već i za NND događaj (poglavlje 6.7.2.1.1.3) očito je da se mogu pretpostaviti katastrofalne posljedice za ovakvu razinu potresnog opterećenja.

Analize pojedinačnih elemenata kritične infrastrukture su napravljene u SSPP-2018 (poglavlje 6.7.1.6.7) pri čemu su analizirane zgrade poput zgrade javne vatrogasne postrojbe, Hrvatskog narodnog kazališta, gradske uprave, Most Slobode, bolnica Sv. Duh i KBC-a Sestre Milosrdnice i slično. Analize navedenih zgrada su pokazale da se za većinu očekuje značajno oštećenje, a može se istaknuti da samo šteta na bolnicama (uključujući opremu) i školama može premašiti zadane kriterije.

U PPPR-2014 (poglavlje 6.7.1.6.5), istaknuti su mogući problemi na gradskoj infrastrukturi za slučaj snažnog potresa pri čemu je istaknut utjecaj na proizvodnju i distribuciju električne energije, opskrbu vodom i odvodnju, prehranu, javno zdravstvo, energetiku, telekomunikacije, promet, financijske usluge, znanost, spomenike kulture i slično.

Tablica 6.7.-21. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

Sva kritična infrastruktura je izravno ugrožena od potresa, a uništenje ili značajno oštećenje će zahtijevati dugotrajni oporavak odnosno dugotrajniji prekid gdje će biti ugrožena većina od 792.875 građana.

Tablica 6.7.-22. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	**X**

3.7.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Odabirom scenarija da odgovara potresnom djelovanju za provjeru GSN odnosno Karti potresnih područja s prikazom poredbenih vršnih ubrzanja tla (Slika 6.7.-4) za povratni period od 475 godina je definirana vjerojatnost od 10% u 50 godina (poglavlje 6.7.1.4).

Tablica 6.7.-23. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

S obzirom da se nalazimo u području izrazite tektonske aktivnosti gdje se značajniji potres javljao svakih 100 godina za očekivati i nove značajne potrese s tim da su stručnjaci složni da iste nije moguće predvidjeti.

3.7.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

U ovom dokumentu je prikazano niz različitih pristupa i metodologija koje su usmjerene prema jednom cilju – preciznijim procjenama rizika od potresa. Svaka od metodologija ima svoje prednosti i mane koje su jasno istaknute u poglavlju6.7.1.6.., ali zajednički problem svih metodologija su nepozdani/manjkavi ulazni podaci. U nastavku će ukratko biti opisani problemi/izazovi koji uzrokuju nepouzdanost procjena rizika s osvrtom na opsežne istraživačke napore na globalnoj razini kojima treba težiti [21].

U poglavlju 3.7.1.6.2 je već istaknuto da od faktora seizmičkog rizika jedino seizmički hazard (opasnost) možemo smatrati relativno dobro definiranim (u odnosu na ostale faktore) unatoč činjenici da smo koristili konzervativne vrijednosti predviđene za projektiranje potresne otpornost. Ipak karte također treba nadopunjavati na temelju novih spoznaja o seizmičnosti, primjerice u Hrvatski katalog potresa godišnje se unosi preko 10.000 potresa što bi trebalo iskoristiti za povećanje pouzdanosti procjene seizmičkog hazarda (na razini osnovne stijene). Ono što je nužno predvidjeti u budućnosti su potpuna mikrozonacijska mjerenja kojima bi preciznije definirali utjecaj tla (od osnovne stijene do površine) i dobili preciznije podatke o vršnom ubrzanju tla na razini temelja. U konačnici daljnja istraživanja će omogućiti razvijanje preciznijih pojedinačnih scenarija prilagođenih za procjene rizika postojećeg fonda građevina.

Podaci o izloženosti fonda građevina odnosno nedostatak baza s karakteristikama postojećeg fonda građevina je istaknuta kao ključna prepreka na putu prema pouzdanoj ocjeni seizmičkog rizika unatoč činjenici da se ažuriranom procjenom rizika napravio veliki napredak u odnosu na postojeće procjene. Ključni problemi su.

- ne postoje sistematizirane baze podataka o tipologiji gradnje, a postoji niz specifičnih tipova građevina kao što su montažne građevina tipa Jugomont JU-60, zgrade izgrađene tunelskom oplatom, stambeni blokovi u Donjem gradu, tornjevi i slično.
- brojne rekonstrukcije koje vrlo se slabo dokumentiraju, a značajno utječu na ponašanje konstrukcije pri djelovanju potresa (primjerice uklanjanje zidova prizemlja u prodajnim prostorima u staroj gradskoj jezgri),
- veliki broj nezakonito izvedenih građevina (bez valjane dokumentacije) koje uključuju i nepovoljne intervencije u nosivu konstrukciju odnosno promjenu bitnih zahtjeva za građevinu (u Zagrebu je zaprimljeno preko 90.000 zahtjeva za legalizaciju)
- nesigurnost u procjeni oštetljivosti pojedinih građevina zbog razlike u znanju o starim građevinama u odnosu na građevine projektirane sukladno suvremenim propisima,
- ne postoje podaci o izvedbi građevina, korištenim materijalima, mogućim pogreškama u gradnji, naknadnim sanacijama
- ne postoje podaci o djelovanju potresa na građevine (kvartove) kroz povijest i eventualnim posljedicama
- građevine su obično projektirane na vijek trajanja od 50 godina što je premašeno) kod većeg dijela postojećeg stambenog fonda.
- itd.

Problemi procjene oštetljivosti postojećeg fonda građevina izravno se naslanjaju na probleme (izazove) izloženosti. S nepouzdanim podacima o konstrukcijskim sustavima vrlo je teško procijeniti očekivano ponašanje građevine pri djelovanju potresa odnosno odrediti razinu oštećenja s obzirom na nepovoljni utjecaj gibanja tla na nosivost konstrukcijskog sustava građevine [19]. Vezano za ovaj faktor seizmičkog rizika u svijetu se rade brojna istraživanja (vidjeti literaturu u postojećoj PRoP-ZG2015 od [53-78]) i postoje opsežne baze analiziranih građevina. Za specifične lokalne tipove građevina (primjerice montažne građevina tipa Jugomont JU-60) potrebno je napraviti detaljne analize poput primjera u [42]. U analizama APRoP-ZG2018 su djelomično iskorištene te postojeće baze podataka, ali u budućnosti je nužno predvidjeti opsežna istraživanja.

Procjena gubitaka su krajnji podatak koji je osnova za donošenje strategija, ali oslanjaju se na prethodno istaknute manjkavosti odnosno bitno imati u vidu sve nepreciznosti na temelju kojih se donose zaključci. Za odabrane scenarije preciznost procjene nije presudna jer djelovanje potresa u svakom slučaju uzrokuje katastrofalne posljedice. Procjene posljedica na život i zdravlje ljudi su najviše vezane za stupanj oštećenja građevina odnosno bez detaljnih istraživanja nije moguće ni precizno procijeniti broj stradalih. Procjena posljedica na gospodarstvo se vezala na direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke. Direktne posljedice su također vezane na oštećenja građevina odnosno nesigurnosti u procjeni su vezane za nesigurnosti u procjeni oštećenih zgrada. Navedene troškovničke stavke oporavka građevina su napravljene koristeći procjene troškova po m^2 koji su se razlikovali. To je jedan od podataka koji je u budućnosti potrebno preciznije definirati, a posebice s obzirom na stupanj oštećenja odnosno potrebno je uzeti u obzir sanaciju građevine, odvoz otpada i slično (detaljno opisano u postojećoj PRoP-ZG2015). Procjena posljedica na društvenu stabilnost i politiku se također veže oštećenja zgrada u kojima su smještene ključne institucije i oštećenje kritične infrastrukture. Bitno je istaknut podatak da je većina građevina kritične infrastrukture izgrađena prije 1964. godine odnosno prije prvih propisa koji značajnije uzimaju u obzir potresno djelovanje (značajnije ugrožene). S obzirom na veliku koncentraciju elemenata kritične infrastrukture, postojeće pojedinačne detaljne analize (SSPP-2018) očite su katastrofalne posljedice. Bitno je istaknuti da elementi kritične infrastrukture zahtijevaju detaljne pojedinačne analize koje bi rezultirale ojačanjima konstrukcije za predviđena opterećenja potresom.

Konačno još jednom treba istaknuti da je danas je dostupno više suvremenih metoda (primjerice [21]) za preciznije procjene, ali preciznost tih metoda ovisi o bazama podataka odnosno pouzdanosti podataka. Nema koristi od preciznih metoda, ako se koriste manjkavi podaci stoga se može zaključiti da su prikazane procjene rizika (koristeći dostupne podatke) zadovoljavajuće (pouzdane) za izradu ovog dokumenta (s obzirom na zadane kategorije), ali po rasipanju rezultata je očiti problem u preciznosti. Za preciznije procjene rizika od potresa (s vrlo niskom nepouzdanosti) je ključno predvidjeti izradu bazu podataka o građevinama (konstrukcijskim sustavima) i sustav koji će kontinuirano raditi procjene prema suvremenim znanstvenim dostignućima.

Tablica 6.7.-24. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**		**X**	
Visoka nepouzdanost	**3**			
Niska nepouzdanost	**2**			**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	**X**		

3.7.4. POPIS LITERATURE

[1] Atalić, J., Hak, S. (2014) *Procjena rizika od katastrofa u Republici Hrvatskoj – rizik od potresa*, Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet u suradnji s ministarstvom graditeljstva i prostornog uređenja i Državnom upravom za zaštitu i spašavanje.
[2] Vlada Republike Hrvatske (2015): *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.*
[3] Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUZS), Republika Hrvatska (2016) *Pravilnik o smjernicama za izradu procjena rizika od katastrofa i velikih nesreća za područje Republike Hrvatske i jedinica lokalne i područne (regionalne) samouprave*, NN br. 65/16.
[4] HRN EN 1998-1:2011 (2011) Eurocode 8: *Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb.
[5] HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 (2011) Eurokod 8: *Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak*, Hrvatski zavod za norme, Zagreb.
[6] Herak, M i suradnici (2011) Republika Hrvatska, Karta potresnih područja, http://seizkarta.gfz.hr.
[7] Elnashai A.S., Di Sarno L. (2008) *Fundamentals of Earthquake Engineering*, John Wiley & Sons, Ltd.
[8] Menoni S. (2001) "Chains of damages and failures in a metropolitan environment: some observations on the Kobe earthquake in 1995," *Journal of Hazardous Materials*, Vol. 86, No. 1-3. pp. 101–119.
[9] Spence R., Bommer J., del Re D., Bird J. (2003) "Comparing Loss Estimation with Observed Damage: A Study of the 1999 Kocaeli Earthquake in Turkey," *Bulletin of Earthquake Engineering*, Vol. 1, No. 1. pp. 83 – 113.
[10] Papadimitriou P., Voulgaris N., Kassaras I., Kaviris G., Delibasis N., Makropoulos K. (2002) "The Mw = 6.0, 7 September 1999 Athens Earthquake," *Natural Hazards*, Vol. 27, N2. 1-2, pp. 15-33.
[11] Dolce M., Manfredi G. (2009) „Research needs in earthquake engineering highlighted by the 2009 l'Aquila earthquake. The state of Earthquake Engineering Research in Italy: the ReLUIS-DPC 2005-2008 Project," pp. 469-480. (http://www.reluis.it/)
[12] Aničić, D. i suradnici (2014) „Potresni rizik grada Zagreba - Infrastruktura, stanovništvo, građevine i kulturna dobra," Prijedlog projekta - verzija 3.0, Akademija tehničkih znanosti Hrvatske, Građevinski fakultet sveučilišta u Zagrebu, Ured za upravljanje u hitnim situacijama Grada Zagreba.
[13] Grünthal G. (1998) „European Macroseismic Scale," *Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie*, Vol. 15.
[14] Spence R., Foulser-Piggott R. (2014) „The International Macroseismic Scale – extending EMS-98 for global application," *2nd European Conference on Earthquake Engineering and Seismology*, Istanbul, Turkey.
[15] Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2013), *Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2011. godine*, (http://www.dzs.hr).
[16] Crnobrnja N. (2005) „Zagrebački savski mostovi," *Građevinar*, Vol. 57, No. 12, pp. 977-985.
[17] Atalić, J. i suradnici (2017) Studija za saniranje posljedica potresa, 1-5. Faza, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
[18] Službeni list Grada Zagreba 19/11 (2011) *Plan zaštite i spašavanja za područje Grada Zagreba* (http://www.zagreb.hr/).

[19] Atalić, J., Šavor Novak, M., Uroš, M. Hak, S. (2018) Problemi u procjeni seizmičkog rizika u Hrvatskoj, 7. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa, Zagreb, Hrvatska
[20] Bal I.E., Crowley H., Pinho R. (2010.) *Displacement-Based Earthquake Loss Assessment: Method Development and Application to Turkish Building Stock*, Research Report Rose 2010/02, IUSS Press, Pavia, Italy.
[21] Pinho R. (2012) „GEM: a participatory framework for open, state-of-the-art models and tools for earthquake risk assessment," *Proceedings of the 15th World Conference of Earthquake Engineering*, Lisbon, Portugal.
[22] Silva V., Crowley H., Pagani M., Monelli D., Pinho R. (2014) „Development of the OpenQuake engine, the Global Earthquake Model's open-source software for seismic risk assessment," *Natural Hazards*, Vol. 72, No. 3, pp. 1409-1427.
[23] Aničić, Dražen (1992) *Prognoza štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu*, Civilna zaštita Zagreb, pp. 135-143.
[24] Službeni list Grada Zagreba 19/11 (2011) *Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba* (http://www.zagreb.hr/).
[25] Kölz, E., Duvernay B. (2005) „Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude," *Konzept und Richtlinien für die Stufe* 1, CH: Bundesamt für Wasser und Geologie.
[26] Hanžek Z. (2005) „Jednostavni cjenik usluga za arhitekte i investitore," ed. S. Merle. 2005, Zagreb, HR: Hrvatska komora arhitekata i inženjera ugraditeljstvu.
[27] Crowley H., Ozcebe S., Baker H., Foulser-Piggott R., Spence R. (2014) *D7.2 State of the Knowledge of Building Inventory Data in Europe*, NERA - Seventh Framework Programme EC project number: 262330 (www.nera-eu.org/).
[28] Projekt 11.(2011) Izrada studije za saniranje posljedica potresa. Zagreb: Ured za upravljane u hitnim situacijama.
[29] Šavor Novak M., Atalić J., Domagoj Damjanović D., Uroš M. i ostali (2018): Studija za saniranje posljedica potresa u Gradu Zagrebu, 7. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa, Zagreb, Hrvatska
[30] Atalić, J., Šavor Novak, M., Uroš, M., Hak, S., Damjanović, D., Sigmund, Z.(2018) Measures for the earthquake risk reduction in the city of Zagreb, Croatia, 16th European Conference on Earthquake Engineering, Thessaloniki, Greece.
[31] Crowley, H i ostali (2018): Towards a uniform earthquake risk model for Europe, 16th European Conference on Earthquake Engineering, Thessaloniki, Greece.
[32] Milutinovic, Z., Trendafilovski, G. (2003). An advanced approach to earthquake risk scenarios with applications to different European towns - WP4: Vulnerability of current buildings, RISK-EU, 110 p.
[33] Giovinazzi, S., Lagomarsino, S. (2004). A Macroseismic Model for the vulnerability assessment of buildings, *13th World Conference on Earthquake Engineering*, Vancouver, Canada, No. 896
[34] Lagomarsino, S. ,Giovinazzi, S. (2006)]. Macroseismic and mechanical models for the vulnerability and damage assessment of current buildings, *Bulletin of Earthquake Engineering*, 4, 415–443.
[35] Yucemen, M.S. (2005). "Probabilistic assessment of earthquake insurance rates for Turkey," *Natural Hazards*, 35(2), 291-313.
[36] Coburn, A., Spence, R. (2002), *Earthquake Protection*, 2nd Edition, John Wiley & Sons

[37] Spence, R. (Ed.) (2007), *Earthquake Disaster Scenario Predictions and Loss Modelling for Urban Areas*, LESSLOSS Report No. 2007/07, IUSS Press, Pavia, Italy
[38] Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Republika Hrvatska (2013) Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća. (http://www.duzs.hr/)
[39] Sigmund Z. (2014) „Organizacijski model ublažavanja rizika potresne uvredljivosti javnih zgrada," *Doktorska disertacija*, Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
[40] Kölz, E., Duvernay B. (2005) „Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude," *Konzept und Richtlinien für die Stufe* 1*,* CH: Bundesamt für Wasser und Geologie.
[41] Federal Emergency Management Agency (FEMA): *Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters* (HAZUS), (https://www.fema.gov/hazus).
[42] Uroš M., Šavor Novak M., Atalić J. i ostali (2018): Procjena ponašanja postojećih zgrada pri djelovanju potresa, 7. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa, Zagreb, Hrvatska

3.8. *Požari otvorenog tipa*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena je ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.8.1. OPIS SCENARIJA

3.8.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Požari raslinja na otvorenom prostoru
Grupa rizika:
Požari otvorenog tipa
Rizik:
Požari otvorenog tipa
Radna skupina
***Koordinator**:*
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni nositelj:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni izvršitelj:
Ministarstvo unutarnjih poslova

3.8.1.2. *Uvod*

Obzirom na geografski položaj, Republika Hrvatska ulazi u grupu mediteranskih zemalja, što uvjetuje naglašenu ugroženost od požara raslinja u priobalnom pojasu i na otocima. Međutim, ugroženost od požara dolazi do izražaja u ljetnim mjesecima te u sušnim vremenskim periodima i u kontinentalnom dijelu zemlje. Požari raslinja stvaraju znatne izravne i neizravne štete, a njihovo gašenje ponekad iziskuje angažiranje velikog materijalnog, tehničkog i kadrovskog potencijala sustava zaštite i spašavanja.

Osim što šuma i sva ostala zemljišta obrasla vegetacijom imaju gospodarsku važnost kao izvori sirovina, poljoprivredna zemljišta za proizvodnju hrane, navedeni prostori predstavljaju i dobra od općeg interesa koja iziskuju posebnu zaštitu. Osnovne općekorisne funkcije šuma i ostalog raslinja je zaštita tla, prometnica i drugih objekata od erozije, bujica i poplava, utjecaj na vodni režim, plodnost tla, klimu, pročišćavanje atmosfere, zaštita, očuvanje i unaprjeđenje okoliša, izgleda i ljepote krajolika, te stvaranje uvjeta za život, rad, odmor, liječenje, oporavak, turizam i lovstvo. Stoga požari živog i mrtvog goriva na otvorenom prostoru na površinama šumskog, poljoprivrednog i ostalog neobrađenog i zapuštenog zemljišta generiraju velike poremećaje cijelog ekosustava i teško nadoknadive gospodarske štete, velike troškova obnove i druge posredne i neposredne gubitke.

Potrebno je navesti da takvi požari kontaminiraju zrak na užem prostoru, ali i uzrokuju dugoročne štete emisijom ugljikovog dioksida.

Osim toga požari raslinja mogu trajati relativno duže vrijeme (više dana ili tjedana) uslijed nepovoljnih meteoroloških uvjeta, a osobito je zahtjevno gašenje na teško pristupačnim područjima gdje ne postoji razvijena infrastruktura (prometnice, vodovod, mogućnost komunikacije između interventnih snaga). Požari raslinja i ostalog mrtvog goriva na otvorenom prostoru (sva goriva tvar iznad mineralnog dijela tla) su prirodna pojava koja će pojavljivati i u budućnosti, bez obzira na širinu i intenzitet poduzetih mjera. Gašenje takvih požara podrazumijeva angažiranje značajnog materijalnog, tehničkog i kadrovskog potencijala sustava zaštite i spašavanja, ponekad iz više županija pa čak iz cijele zemlje. Požari raslinja, osim svega navedenog, mogu imati utjecaj na percepciju globalne sigurnosti zemlje tijekom turističke sezone.

Za izračun određenih parametara u ovoj procjeni rizika, korišteni su izvori tijela državne uprave nadležnog za poslove zaštite od požara - Ministarstva unutarnjih poslova, koje ima zakonsku obvezu vođenja statističkih podataka o požarima. Korišteni su statistički podaci o požarima
Ministarstva unutarnjih poslova za razdoblje 2008. – 2017. godine. Nadalje, korišteni su podaci o broju stanovnika iz zemljopisno-obavijesnog sustava Ministarstva unutarnjih poslova. Najvjerojatniji neželjeni događaj odvija se tijekom sušnih razdoblja, kao i ljeti na području priobalja. Događaj s najgorim mogućim posljedicama odvija se na području južne Dalmacije - Dubrovačko-neretvanska županija (poluotok Pelješac, otoci Korčula i Lastovo, Konavle i zaleđe Dubrovnika)

3.8.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni kulturni i prirodni spomenici i vrijednosti.

3.8.1.4. *Kontekst*

Požari raslinja nastaju kao uzročno posljedična veza klimatskih čimbenika, stanja gorivog materijala (vlažnost, vrste biljnog pokrova i količina drvne i druge biomase) i ljudske aktivnosti. Požari živog i mrtvog goriva na otvorenom prostoru na površinama šumskog, poljoprivrednog i ostalog neobrađenog i zapuštenog zemljišta, generiraju velike poremećaje cijelog ekosustava i narušavaju općekorisne funkcije šuma. To rezultira teško nadoknadivim gospodarskim štetama, velikim troškovima obnove te drugim posrednim i neposrednim gubicima. Takvi požari su uzročnik poremećaja biološke i krajobrazne raznolikosti i kontaminiraju zrak na užem prostoru, ali i uzrokuju dugoročne štete emisijom ugljikovog dioksida.

Požari raslinja, osim svega navedenog, mogu imati utjecaj na percepciju globalne sigurnosti zemlje tijekom turističke sezone. Kako s vremenom Republika Hrvatska sve više postaje značajnija turistička destinacija u ovom dijelu Europe, potrebno je veliku pozornost usmjeriti na sve aspekte sigurnosti. Time elementi djelovanja cjelokupnog sustava zaštite (prevencijskog i operativnog) u budućnosti dobiva na važnosti i mora imati prioritet razvoja.

Postoje dva kritična razdoblja povećane pojave požara na otvorenom prostoru:

1. proljetno – mjeseci veljača, ožujak i travanj (osobito praćeno sušom i vjetrom, dok nije počeo proces ozelenjivanja vegetacije) kada nastaje povećan broj požara, najviše u kontinentalnom području, ali nije isključeno i u priobalnom području. Povećani broj požara osobito je izražen poradi spaljivanja korova i ostalog bio-otpada zaostalog nakon čišćenja poljoprivrednih i šumskih površina.
2. ljetno - mjesec srpanj, kolovoz, rujan, također nastaje povećan broj požara, najvećim dijelom na priobalnom području s otocima. Žestina takvih požara osobito je pojačana ukoliko se poklopi i sušno razdoblje i ostalih ekstremni meteorološki uvjeti (jak vjetar, visoka temperatura i suhoća zraka, udari groma).

Gašenje požara raslinja uvjetuje značajan angažman resursa što iziskuje dodatna financijska sredstva svake godine. Prije svake požarne sezone planski se obavlja slijedeće:

- priprema zemaljskih snaga, edukacija i opremanje vatrogasaca,
- servisiranje tehnike i opreme i obnavljanje pričuvne opreme,
- priprema zrakoplova i posada, servisiranje zrakoplova, edukacija zrakoplovno-tehničkog osoblja, nabava goriva, maziva, pjenila i retardanata,
- redovna dislokacija vatrogasaca i tehnike iz kontinentalnog na priobalni dio zemlje te logistička potpora,
- priprema izvanrednih dislokacija i sustav brzog prebacivanja dodatnih brojnijih snaga na ugrožena područja što podrazumijeva planiranje pomoći između susjednih županija, ali i angažiranje vatrogasaca i tehnike iz cijele zemlje,
- dislokacija Vatrogasnog operativnog središta iz Zagreba u Situacijsko središte u Divuljama za potrebe koordinacije snaga tijekom požarne sezone

Početkom svake godine Vladi Republike Hrvatske predlaže se donošenje Programa aktivnosti u provedbi posebnih mjera zaštite od požara od interesa za Republiku Hrvatsku. Programom su integrirane sve aktivnosti subjekata (ministarstava, državnih upravnih organizacija, javnih ustanova,

vatrogasnih postrojbi, udruga) u cilju učinkovitijeg djelovanja pri gašenju požara na otvorenom prostoru. Izradom takvog ciljanog Programa, nastoji se pridati važnost vatrogastvu u vrijeme požarne sezone kada je on najopterećeniji. Na taj način dobivena su dodatna financijska sredstva za funkcioniranje sustava u specifičnim okolnostima. Svi subjekti Programa aktivnosti provode svoje zadaće kontinuirano tijekom cijele godine na području cijele zemlje i daju svoj doprinos u provedbi preventivnih i operativnih mjera zaštite od požara.

3.8.1.5. *Uzrok*

Statistički podaci Ministarstva unutarnjih poslova u pogledu požara raslinja, između ostalog, promatraju dvije osnovne kategorije: uzroke požara i načine izazivanja požara. Promatrajući te dvije kategorije može se konstatirati da je nastanak požara raslinja uglavnom povezan s ljudskom djelatnošću. Najčešći način izazivanja je nemar ili nepažnja (za 2000. godinu 83,8% požara je izazvan nemarom ili nepažnjom)[3] poradi paljenja korova i bio-otpada, radova u šumi, nepažnji sa ložištima za roštilje, neugašenoj vatri, dječje igre i zapuštenih neuređenih deponija organskog i anorganskog otpada. Namjerno izazvanih požara u 2000. godini je bilo 3,2%. Prisutno je i namjerno paljenje poradi pretvorbe zemljišta u građevinsko, tradicija obnove pašnjaka paljenjem suhe trave, a u manjoj mjeri i piromanija, osveta, krivolov i terorističko djelovanje. Najčešći uzroci požara su otvoreni plamen, a nešto manji postotak požara je uzrokovan pražnjenjem atmosferskog elektriciteta ili toplinom koja nastaje trenjem (kočenje vlaka i ispadanje užarenih kočionih obloga).

Prema mjestu nastanka na jedan šumski požar nastao u državnim šumama, nastaje jedan požar na zapuštenim poljoprivrednim površinama i u privatnim šumama. U razdoblju od 2008. do 2012. godine oko 40% dojava požara stiglo je od radnika Hrvatskih šuma, 45% od građana, 10% od vatrogasaca i 5% od policije. Sveukupno gledano u Hrvatskoj na području mediteranskih šuma nastane oko 3/4, a na kontinentu 1/4 šumskih požara, dok su od ukupnih opožarenih površina čak 90% područja na kršu. Prema podacima Hrvatskih šuma, najviše požara nastaje na području Uprave šuma, podružnica Split (šumarije Zadar, Biograd, Šibenik, Split, Brač, Benkovac, Knin, Sinj, Drniš, Dubrovnik, Metković), UŠP Gospić (šumarija Gračac), UŠP Karlovac (šumarija Duga Resa) i UŠP Buzet (šumarije Pula, Opatija Matulji, Cres, Buje, Pazin).

Prema vlasničkoj strukturi, šume u državnom vlasništvu su zastupljene sa 4 : 1 u odnosu na površine šuma u privatnom vlasništvu. Međutim, u dijelu privatnih šuma ima i zapuštenih poljoprivrednih zemljišta koja su zbog nedovoljno brige o istima u nekim slučajevima prirodno prešla u šumska zemljišta zbog širenja šumske vegetacije, ali su katastarski i statistički gledano poljoprivredna zemljišta.

Važnost određenih elemenata u kontekstu požara raslinja

Šumsko – gospodarska osnova

Prema podacima Šumskogospodarske osnove područja, ukupna površina šuma u Hrvatskoj pokriva oko 47% njene kopnene površine i iznosi 2.759.039,05 ha. Od navedene površine 3/4 otpada na šume u vlasništvu Republike Hrvatske kojima gospodare Hrvatske šume d.o.o., a nešto manje od 1/4 na šume privatnih šumoposjednika. Šume gorske Hrvatske zauzimaju područja nadmorskih visina između 600 i 1.100 m nadmorske visine, u panonskom dijelu nešto niže, gdje prevladavaju niže

temperature i veće količine padalina, a čine ih sastojine bukve i jele, na nekim područjima unutar tih šuma jele, smreke i bukve. Pretplaninske šume zauzimaju prostore iznad 1.350 m u Gorskom kotaru i 1.450 m nadmorske visine na Velebitu, hladnim područjima s velikom količinom padalina, u kojima dominiraju sastojine bukve, te šume jele i smreke, a može se naći i gorski javor, klekovina bora krivulja i velelisna vrba.

Mediteranske šume otoka, priobalnog pojasa, srednje i južne Dalmacije, zaobalja i Zagore šumska su područja sastojina hrasta crnike u uskom obalnom pojasu, mješovitih šuma hrasta crnike i alepskog bora i čiste šume alepskog bora na otocima, hrasta medunca, bijelog i crnog graba iznad pojasa hrasta crnike iznad 400 m nadmorske visine, te šuma dalmatinskog crnog bora na većim nadmorskim visinama. Cijeli taj jadranski pojas primorskog krša karakteriziraju velike površine šuma i šumskih zemljišta i nepovoljna struktura šumskih sastojina u kome s 83% prevladavaju degradirani oblici šumske vegetacije, degradirane niske šume, makija (guste i niske šume porijeklom panjače, grmolikog oblika, relativno gustog sklopa), garig (prorijeđene svijetle šikare) i veliki kompleksi kamenjara sa šibljacima i biljnim vrstama različite vegetacijske degradacije, dok 17% čine visoke šume. U skladu s tim, šume i šumska vegetacija na kršu prvenstveno imaju zaštitnu funkciju, hidrološku i protuerozivnu, te rekreativnu i estetsku ulogu, a tek potom i ekonomski značaj.

Načelno, starija stabla i sastojine otpornije su od mlađih, između ostaloga i stoga što razvijenije krošnje propuštaju manje svjetla i topline, te nema ili je slabije razvijeno grmlje i biljni pokrov, a isušivanje je manje. Osim što starija stabla imaju deblju koru i sloj pluta, mlade sastojine tanje kore imaju grane bliže tlu i gušći sklop, te su osjetljivije na požar, posebno njegovo širenje. U nepovoljnim vremenskim uvjetima opasnost od požara prijeti mladim, travom obraslim sastojinama i kulturama svih vrsta.

Osim gorivog materijala, količina vlage u gorivu najočitiji je presudni čimbenik za nastanak i širenje požara u šumi. Količina vlage je posljedica istovremenog utjecaja niza čimbenika koji smanjuju opasnost ili pogoduju pojavi i širenju šumskih požara: okolišni uvjeti klime i tla, vrsta drveća, starost sastojina, oblik gospodarenja šumom, stanje pokrova šumskog tla, godišnje doba i vrijeme, te uspostavljeni šumski red.

Područje Republike Hrvatske južno i zapadno od Karlovca površine 2.726.476 ha ili oko 49% njenog kopnenog dijela, prostor je krša u Hrvatskoj, kojim dominiraju vrste tla nastale na vapnencima i dolomitima, ograničene visokom stjenovitošću i nagibom, malom dubinom, propusnošću za vodu, ispiranjem hranjiva i erozijom. Čovjek je kroz povijest izvršio kategorizaciju iskoristivosti zemljišta i što je bilo moguće privesti poljoprivrednoj proizvodnji priveo je, ostalo je prepušteno zarastanju šumom. Poljoprivredne parcele zauzimaju nešto više od polovine površine krških područja Hrvatske, šume preostalih oko 47%.

Gledano s aspekta reljefa, na razvoj požara utječe više faktora – nagib terena, područja različite vlažnosti, temperature zraka i tla, temperaturne inverzije, izloženost suncu ili zasjene, izloženost vjetru ili zavjetrine.

Uvjeti ekološkog okruženja i šumski požari usko su povezani kao uzročno posljedična veza klime, tla, ljudske aktivnosti, količine i stanja gorivog materijala. Za učinkovito preventivno i osmišljeno dugoročno djelovanje s ciljem smanjenja broja požara i opožarenih površina, potrebno je poznavanje višegodišnjeg utjecaja svih tih poveznica i njihovo integriranje u sustav zaštite šuma od požara.

Općekorisne funkcije šuma

Sva zemljišta obrasla vegetacijom imaju gospodarsku važnost kao i cijeli niz općekorisnih funkcija bitnih za život. Šume i šumska zemljišta specifično su prirodno bogatstvo te s općekorisnim funkcijama šuma koje „proizvode život" uvjetuju poseban način upravljanja i gospodarenja. Osnovne općekorisne funkcije šuma su:

- postojanje biološkoga kapitala velike vrijednosti,
- zaštita tla, prometnica i drugih objekata od erozije vodom i vjetrom,
- uravnoteženje vodnih odnosa u krajobrazu te zaštita od bujica i poplava,
- pozitivan utjecaj na vodni režim podzemnih i nadzemnih voda,
- pročišćavanje voda procjeđivanjem kroz šumsko tlo te opskrba podzemnih tokova i izvorišta pitkom vodom,
- utjecaj na plodnost tla i ljepotu krajobraza,
- pozitivan utjecaj na klimu i poljodjelsku djelatnost,
- pročišćavanje atmosfere i ublažavanje učinka »staklenika« vezivanjem ugljikovog dioksida i obogaćivanje okoliša kisikom,
- gospodarski značaj u smislu izvora sirovina, eksploatacije drveta, prerade drveta, zapošljavanja ljudi i razvoja ekološkog, lovnog i seoskoga turizma,
- zaštita, očuvanje i unaprjeđenje okoliša, estetike i ljepote krajolika,
- očuvanje genofonda šumskoga drveća i ostalih vrsta šumske biocenoze,
- očuvanje biološke raznolikosti genofonda, vrsta, ekosustava i krajobraza,
- podržavanje opće i posebne zaštite prirode osnivanjem nacionalnih parkova i parkova prirode,
- stvaranje povoljnijih uvjeta za život, rad, odmor, liječenje, oporavak, turizam i lovstvo.

Poljoprivredna zemljišta

Poljoprivredna zemljišta su značajna za proizvodnju hrane te navedeni prostori predstavljaju dobra od općeg interesa, koja iziskuju posebnu zaštitu. Prema podacima iz Statističkog ljetopisa (2005. godina), ukupna površina poljoprivrednog zemljišta u Republici Hrvatskoj je 2.695.037 ha, a od toga je u vlasništvu države 890.214 ha ili 33%. U privatnom vlasništvu je 1.804.823 ha ili 67%.

Gledano s aspekta zaštite od požara poljoprivrednih zemljišta, također dolaze do izražaja određene specifičnosti:

- ugroženost poljoprivrednih kultura od požara osobito je naglašena tijekom sušnih razdoblja (polja žitarica i uljarica, maslinici, vinogradi), a pojedine kulture ugrožene su u posljednjim fazama dozrijevanja,
- znatne izravne i neizravne materijalne štete, zastoji u proizvodnji, potreba sanacije tla,
- tereni su relativno teško pristupačni za vatrogasnu tehniku,

- potrebno je poduzimanje prevencijskih mjera u fazama dozrijevanja (nadzor prostora, prosjeci uz prometnice i pružne pravce, informiranje i edukacija stanovništva),
- znatne površine zemljišta koje su nekada bile obrađene sada se više ne održavaju te su gusto obrasla i povećavaju požarnu ugroženost.

Klimatski aspekti

Pod klimom (podnebljem) se podrazumijeva ukupnost meteoroloških čimbenika i pojava koji opisuju srednje (prosječno) stanje atmosfere na određenom mjestu i u određenom višegodišnjem razdoblju. Za potrebe učinkovitog planiranja i prevencije u zaštiti šuma od požara nedovoljan je prikaz općih, makroklimatskih zona kakvim se u većini slučajeva raspolaže. Takovi prikazi su dobri kao početak izrade specijaliziranih karata (mikroklimatskih, sezonskih klimatskih karata pojedinih godišnjih doba, pojedinih meteoroloških elemenata i sl.) koje bi, preklapajući se, davale veću ili manju ugroženost pojedinog područja u manjim vremenskim razdobljima. Dakako, detaljno poznavanje klime bitno je za preventivno planiranje i nakon šumskih požara, posebice kad se radi o obnovi biljnog pokrova na opožarenom području i očuvanju plodnog tla.

Na području Hrvatske dominantna su četiri tipa klime, ali zato dvadesetak različitih klimatskih podvarijanti (ovisno o metodi). Već ovako raznoliko podneblje, napose na jadranskom relativno uskom i izduženom području, stvara velike poteškoće kod planiranja preventivnih mjera u zaštiti šuma od požara. Do velikih promašaja u planiranju može doći zbog neuvažavanja posebitosti pojedinih klimatskih podvarijanti. Iako požari otvorenog prostora ovise o nizu čimbenika kao što su vegetacijski, geološki, geomorfološki i pedološki ipak klimatske prilike, posebice u posljednjih tri desetljeća, imaju još važniju ulogu na njihov nastanak i širenje.

Ekstremno visoka temperatura i niska vlažnost zraka (osobito ako je dugotrajno), pokazatelj je vremenskog stanja koje pospješuje isušivanju mrtvog gorivog materijala na tlu, ali i vegetacije općenito, te se tako povećava potencijalna opasnost od požara raslinja u toplom dijelu godine. Nadalje, vrućine koje djeluju u sprezi sa sušnim razdobljima stvaraju povoljne vremenske uvjete za nastanak i širenje požara raslinja.

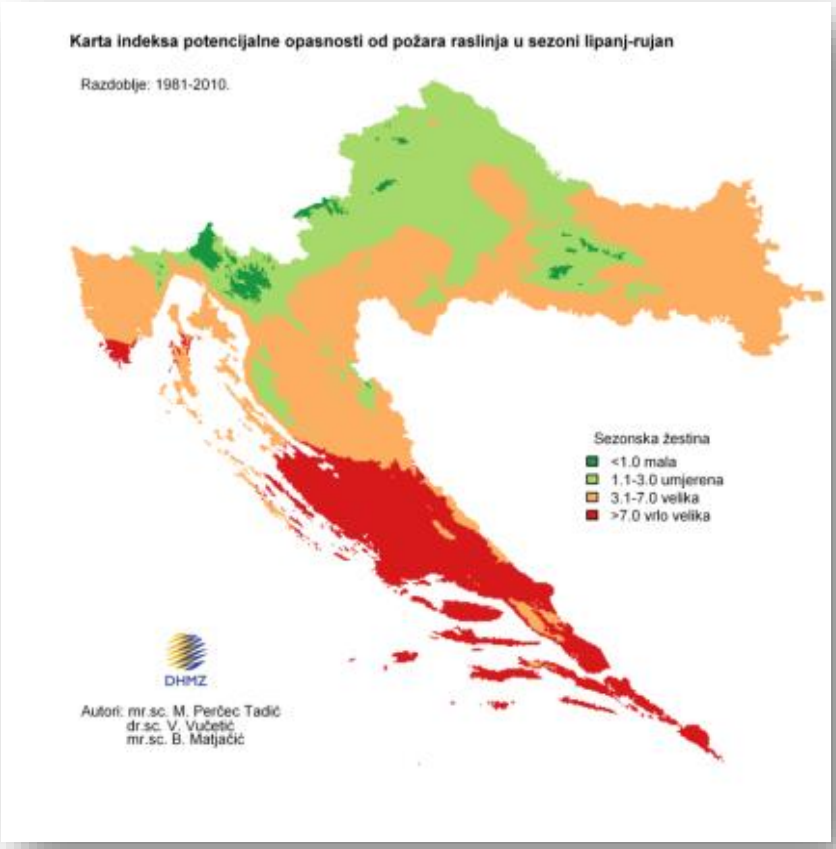
Prema raznim klimatskim scenarijima očekuju se intenzivniji, češći i duljeg trajanja valovi vrućine u Europi u drugoj polovici 21. stoljeća. Prostorna razdioba ugroženih područja od toplinskog stresa na području Hrvatske potvrđuje da je jadransko područje najugroženije s obzirom na klimatske promjene kod nas, a u Europi Sredozemlje. Ono se širi od jadranske obale prema unutrašnjosti Hrvatske odnosno od juga prema sjeveru i od istoka prema zapadu u posljednja tri desetljeća. Pokazuje se i znatno povećani broj vrućih dana i broj razdoblja s više od deset uzastopnih vrućih dana posljednjih 30 godina u odnosu na standardno klimatsko razdoblje 1961–1990. Može se zaključiti da će se trend promjena koje se događaju posljednjih nekoliko desetljeća nastaviti i u budućnosti. To znači daljnje povećanje temperaturnih ekstrema i povećanje učestalosti toplinskih valova s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka većom od 30 °C na području Hrvatske.

Svakako da povećanje srednje sezonske temperature zraka, koje se kod nas ne opaža samo tijekom ljeta, već i u ostalim godišnjim dobima, utječe na raniji početak vegetacije (listanje i cvjetanje) u proljeće i kasniji završetak (žućenje i opadanje lišća). To produljuje vegetacijsko razdoblje pa bi se i o tome trebalo voditi računa prilikom planiranja zaštite šuma od požara.

Svako mjesto ima svoj požarni režim koji se može opisati izvedenim veličinama koje su rezultat međudjelovanja vlažnosti/suhoće prirodnog gorivog materijala i klimatskih prilika određenog kraja. Jedna od takvih bezdimenzionalnih veličina je ocjena žestine. Ona može biti mjesečna (*Monthly Severity Rating,* MSR) i sezonska (*Seasonal Severity Rating,* SSR), a određuje se kanadskom metodom za procjenu opasnosti od požara raslinja (*Canadian Forest Fire Weather Index System,* CFFWIS) ili poznatija kao skraćenica FWI (*Fire Weather Index*). Ocjena žestine u sebi sadrži meteorološke uvjete i stanje vlažnosti mrtvog šumskog gorivog materijala i služi za klimatsko-požarni prikaz prosječnog stanja na nekom području. Općenito se smatra da je potencijalna opasnost od požara raslinja vrlo velika ako je SSR > 7.

Prema analizi razdoblja 1981.–2010. srednje vrijednosti SSR na području Dalmacije su uglavnom u rasponu od 8 do 12 s izuzetkom okolice Splita, otoka Lastovo i zapadni dio otoka Korčule gdje dosežu gotovo i do 16. Cijeli sjeverni Jadran, ali i dio gorske Hrvatske (Lika) imaju umjerene do velike vrijednosti SSR (4–8), a na dijelu Cresa i u području oko Pule od 8 do 12. Posebno su uočene promjene koje su se zbile u istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske. Nekada ne toliko ugroženo područje Baranje i okolice Županje s obzirom na požare raslinja sada pokazuje povećane vrijednosti SSR od 4 do 8.

Prostorna analiza srednjih sezonskih žestina (SSR) posljednja tri desetljeća je pokazala širenje područja s velikom potencijalnom opasnošću od požara raslinja od dalmatinskih otoka i obale prema



Slika 1. – Prostorna analiza srednjih sezonskih žestina (SSR) posljednja tri desetljeća

zaleđu u odnosu na standardno klimatsko razdoblje 1961.–1990. (*Slika 6.8.-1.*) Međutim, područje od umjereno do velike opasnosti proširilo se je na sjeverni Jadran, kao i na istočnu Slavoniju. Jasno je vidljivo da se područja s povećanom potencijalnom opasnost od požara raslinja nezaustavljivo šire. Osim prostorne promjene zapažena je i vremenska promjena. Analiza linearnih trendova pokazuje produljenje požarne sezone na Jadranu od svibnja do listopada zbog klimatskih promjena. Ovi rezultati se uklapaju u širu sliku širenja područja velike ugroženosti od požara raslinja na Sredozemlju i istočnoj Europi u ljetnim mjesecima.

Meteorološki aspekti

Vrijeme je trenutno stanje atmosfere na određenom mjestu u određenom trenutku. Područje Hrvatske je obilježeno raznolikošću vremenskih situacija uz česte i intenzivne promjene vremena iz dana u dan i tijekom godine. Vremenski uvjeti u većini požara na otvorenom imaju odlučujuću ulogu u njihovom razvoju, širenju i ponašanju. Kao što je već spomenuto dugotrajna sušna i vruća razdoblja su vrlo povoljna za nastanak požara raslinja. Stoga meteorološki elementi koji najviše utječu na

pojavu požara su Sunčevo zračenje, temperatura zraka, relativna vlažnost zraka i količina oborine, a na njegovo širenje jačina i smjer vjetra.

U regionalnim razmjerima vjetrovni režim u Hrvatskoj je pod utjecajem nekoliko čimbenika kao što su blizina alpskog masiva na sjeverozapadu, Dinaridi duž jadranske obale i Panonska nizina u sjeveroistočnom dijelu zemlje. U kontinentalnom dijelu uglavnom prevladava slab vjetar, a na istočnoj jadranskoj obali vjetar može relativno često postići olujnu jačinu, a ponekad i orkansku, za vrijeme karakterističnih tipova vjetra bure i juga.

Vjetar je meteorološki element koji u sprezi s gorivim materijalom najjače utječe na ponašanje požara. Vjetar utječe na požar raslinja na više načina:

- odnosi zrak bogat vlagom i ubrzava isparavanje i sušenje goriva
- pomaže sagorijevanju dovođenjem nove količine kisika
- širi požar noseći toplinu i goreće čestice na ne zahvaćena goriva
- uglavnom određuje smjer širenja požara
- otežava vatrogasnu intervenciju i djelovanje zemaljskih snaga i zrakoplova

Bura je suh, hladan i mahovit sjeveroistočni vjetar povezan s prodorom hladnog zraka iz polarnih ili sibirskih krajeva. Buri često puta prethodi i hladan sjeverni vjetar poznat pod nazivom tramontana. Jugo je vlažan, topao i jednoličan jugoistočni vjetar gdje topli zrak najčešće pritječe iz sjeverne Afrike koji putem poprimi maritimne značajke, te je vrijeme oblačno i često puta kišovito. Iako se najčešće javljaju u hladnom dijelu godine, jaka bura ili jugo mogu se pojaviti i ljeti i stvoriti velike probleme u gašenju požara na otvorenom. Posebno je to u slučaju bure jer njezina mahovitost i obrušavanje zraka niz padinu nosi sa sobom i vrući zrak požara što je otežavajuća okolnost za gasitelje. Svi veliki požari spaljene površine veće od 500 ha, njih osam na području Dalmacije u razdoblju 2001.–2010., kao i požar kod Selca u srpnju 2012. Godine bili za vrijeme jake bure. Kornatski požar u kolovozu 2007. godine, kada je život izgubilo 12 vatrogasaca, a jedan preživio sa teškim tjelesnim ozljedama i brački požar u srpnju 2011. godine, kada je spaljeno oko 5.600 ha šume, makije i maslinika, započeli su uz jako jugo.

U primorju pušu i drugi tipovi vjetra, a za požare je važan maestral, koji se javlja ljeti kao sjeverozapadni vjetar, a u kanalima može postati i jak vjetar. Maestral nastaje kao superpozicija stalne zračne struje etezije (kao dio opće cirkulacije atmosfere ljeti) i danjeg vjetar s mora (zmorac) koji se podudaraju u smjeru. Zanimljiv slučaj je spomenuti brački požar kod kojeg je nakon jakog juga prvog dana požara, ostale dane puhao maestral danju u okviru obalne cirkulacije. Obalna cirkulacija se javlja za vrijeme vedrog i neporemećenog vremena. Danju se kopno grije brže od mora i vjetar puše s mora na kopno (zmorac). Noću se kopno brže ohlađuje i dovodi do vjetra s kopna (kopnenjak). Ako kopnenjak ojača noću, prelazi u sjeveroistočni vjetar burin. Burin se ne smije zamijeniti s burom iako im se i smjerovi poklapaju. Na području Hrvatske javlja se za vedrog i neporemećenog vremena dnevna periodička cirkulacija koji se razvija na obroncima, u kotlinama i drugim složenim oblicima terena. Sve to dovodi do još složenijeg strujanja zraka i pogoduje širenju požara na otvorenom.

U šumama su poznati požari u krošnjama. Zbog jakog vjetra mogu prijeći u leteći požar u krošnjama jer se velikom brzinom prebacuje s krošnje na krošnju. Zbog velike brzine vjetra krošnje stabala ne moraju sve i u cijelosti biti spaljene, te se nakon požara čini nestvarnim da su krošnja uz krošnju jedna spaljena, a druga ne. Područje zahvaćeno takvim požarom podsjeća na mozaik pa otud i naziv za takav požar. Takvi se požari relativno često javljaju i u nas i to za vrijeme jakog maestrala i napose bure (rijetko za vrijeme juga), a mozaik je vidljiv na krošnjama borova.

Položaj priobalja i otoka, te orografska složenost jadranskog područja ne uvjetuje složenu cirkulaciju atmosfere samo pri tlu već i na visini. Veliki utjecaj na strujanje, osobito na njegovu promjenu s visinom, ima i blizina i položaj planinskog kopnenog zaleđa koji u određenim vremenskim uvjetima može pogodovati pojavi vremenskih situacija karakteriziranih pojavom pojačanog bočnog vjetra, velikog horizontalnog i vertikalnog smicanja vjetra, turbulencije, te jakih uzlaznih i silaznih gibanja zraka.

Svakako veliku ulogu kod stvaranja povoljnih uvjeta za nastanak i širenje požara imaju toplinsko stanje (temperatura zraka) i vlažnost donjeg sloja atmosfere što određuje stabilnost atmosfere. Nestabilno ili labilno stratificirana atmosfera, kad se topliji zrak nalazi u prizemnim slojevima atmosfere, je posebno opasna za širenje požara zbog povoljnih uvjeta za razvoj jakih uzlaznih struja.

Također se smatra da postoji zona kritične brzine vjetra u kojoj jačina vjetra kontrolira žestinu požara. U slučaju da je brzina vjetra velika, vjetar utječe na ponašanje požara tj. kontrolira smjer i brzinu širenja požara, ali stvara i velike probleme zračnim snagama u gašenju požara. U situacijama s jakim vjetrom maksimum brzine vjetra se nalazi u donjem sloju troposfere do visine oko 1 km. Ako je taj maksimum brzine vjetra veći od 12 ms^{-1}, naziva se niska mlazna struja. Ona se često opaža ispred hladne fronte tj. kada se približava atmosferski poremećaj. U slučaju niske mlazne struje javlja se vrlo brzi požar s jakim uzlaznim i silaznim gibanjima u blizini čeonog dijela fronte požara. Dakle, niska mlazna struja i približavanje hladne fronte su dva vremenska pokazatelja koji upozoravaju na izvanredno ponašanje požara raslinja. Stoga su prizemne i visinske analize vremenskih situacija za vrijeme velikih požara osobito važne radi spoznaje u kojim meteorološkim uvjetima najčešće nastaju i kako se ponašaju da bi se preventivno moglo djelovati u njihovu suzbijanju.

Razvoj prevencijskog djelovanja

Uvjeti ekološkog okruženja i šumski požari usko su povezani kao uzročno posljedična veza klime, tla, ljudske aktivnosti, količine i stanja gorivog materijala. Za učinkovito preventivno dugoročno djelovanje s ciljem smanjenja broja požara i opožarenih površina, potrebno je poznavanje višegodišnjeg utjecaja svih tih poveznica i njihovo integriranje u cjelovito gospodarenje šumskim fondom.

Požari na otvorenom prostoru su prirodna pojava koju se ne može zaustaviti i koji će se i pored svih provedenih mjera i dalje pojavljivati. Navedeno preventivno djelovanje podrazumijeva:

- sadnju vegetacije koja je obzirom na kemijski sastav otpornija na početno paljenje i širenje požara,

- znanstveno istraživanje povezanosti aspekata požara raslinja, vegetacije, klime, meteorologije
- sadnja mješovitih nasada koji neće ovisno o svojim karakteristikama biti ugroženi od požara u istom vremenskom periodu,
- održavanje, odnosno privođenje namjeni zapuštenih poljoprivrednih površina kao najvećeg uzročnika za širenje požara na kršu,
- obavljanje preventivno uzgojnih radova u šumi (njega sastojina, proreda, kresanje i uklanjanje suhog granja),
- gradnju i održavanje protupožarnih prosjeka s elementima šumske ceste,
- održavanje i uređivanje postojećih izvora vode,
- izgradnju i održavanje nadzemnih spremnika vode za gašenje požara i zahvat vode pomoću helikoptera i podvjesnog kontejnera (Flory, Bamby bucket),
- organiziranje i provođenje promidžbene aktivnosti radi upoznavanja i edukacije građana (posebno vrtićke i školske djece, turista i drugih korisnika takvih područja),
- povećanje svijesti stanovništva o značaju i koristima koje donosi šuma, odnosno sva ostala vegetacija i potrebu poduzimanja osnovnih prevencijskih mjera,
- ustrojavanje, osposobljavanje i opremanje motriteljsko dojavnih službi, razvoj video nadzora ugroženih prostora, edukacija i razvoj službi zaštite od požara i interventnih skupina šumskih radnika opremljenih potrebnom opremom za gašenje početnih požara,
- zbrinjavanje ložišta i roštilja za pripremu hrane,
- izrada i donošenje planova zaštite te stalno neposredno kontaktiranje i komunikacija sa stanovništvom, jedinicama lokalne i regionalne samouprave, policijom i vatrogascima,
- pojačano djelovanje inspekcijskih službi (šumarske inspekcije, poljoprivredne inspekcije, inspekcije zaštite od požara policijskih uprava, inspekcije zaštite okoliša) te strogo provođenje propisa i zabrana (paljenja, odlaganja otpada).

Opis i razvoj događaja koji prethodi požaru raslinja

Sagledavajući sve opisane elemente koji su uglavnom u nekoj međusobnoj uzročno-posljedičnoj vezi, pojava manjeg ili većeg broja požara raslinja, ponajviše ovisi o slijedećim čimbenicima:

- parametrima vegetacije (vrsta i vlažnost vegetacije)
- ukupnost klimatskih i meteoroloških čimbenika i pojava u atmosferi na određenom mjestu
- antropološkim parametrima (gustoća stanovništva i ljudske aktivnosti, sociološki, ekonomski i socijalni elementi)

Kako je već navedeno postoje dva kritična razdoblja povećane pojave požara na otvorenom prostoru:

- proljetno – mjeseci veljača, ožujak i travanj (osobito praćeno sušom i vjetrom, dok nije počeo proces ozelenjivanja vegetacije) kada nastaje povećan broj požara, najviše u kontinentalnom području, ali nije isključeno i u priobalnom području. Povećani broj požara osobito je izražen poradi spaljivanja korova i ostalog biootpada zaostalog nakon čišćenja poljoprivrednih i šumskih površina.
- ljetno - mjesec srpanj, kolovoz, rujan, također nastaje povećan broj požara, najvećim dijelom na priobalnom području s otocima. Žestina takvih požara osobito je pojačana ukoliko se poklopi i sušno razdoblje i ostalih ekstremni meteorološki uvjeti (jak vjetar, visoka temperatura i suhoća zraka, udari groma).

3.8.2. DOGAĐAJ

3.8.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Najvjerojatniji scenarij se u načelu događa svake godine. Tijekom sušnih razdoblja, kao i ljeti na području priobalja (ponekad i na kontinentalnom dijelu) nastaje više istovremenih požara raslinja. Najvjerojatniji scenarij odvija se u priobalnim županijama. Požari mogu mjestimično ugrožavati ljude i imovinu te je moguće kratkotrajno (od nekoliko sati ili jedan do dva dana) premještanje ljudi i imovine na sigurna područja. Takvi požari na jednom području neće trajati dulje vremensko razdoblje, budući da nakon što prođe opasnost od topline i produkata gorenja, život i rad ljudi može se normalno nastaviti. Moguć je nastanak štete na građevinama, pokretninama kao i određeni broj stradalih osoba (lake ozljede/teže ozljede/smrtno stradavanje), što se ne može uvijek izbjeći. Moguć je i kratkotrajni prekid (do par dana) opskrbe energijom, vodom, namirnicama ili zastoji u prometu. Ne očekuje se značajniji efekt na odvijanje turističke sezone, ali mjere oporavka vegetacije su dugoročne. Posljedice za općekorisne funkcije šuma su dugoročne..

3.8.2.1.1. POSLJEDICE

Razmatrajući tablice u prethodnom poglavlju, posljedice su iskazane na osnovi subjektivne odluke i analize statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova o požarima. Naime, do sada se nije nikada radila procjena u smislu takvog ugrožavanja i parametara navedenih u tablicama. Broj ljudi koje je potrebno evakuirati ovisan je o lokaciji požara te ga je kao takvog nemoguće točno izračunati. S obzirom da se radi o požarima raslinja na otvorenom prostoru moguće je mjestimično ugrožavanje građevina, kampova i nacionalnih parkova gdje ima veći broj posjetitelja. Za život i zdravlje ljudi odabran je umjeren rizik jer se procjenjuje da će kod najvjerojatnijeg događaja biti potrebno kratkotrajno izmještanje od 201 – 500 osoba. Za gospodarstvo odabran je malen rizik jer se procjenjuje da će kod najvjerojatnijeg događaja sveukupne štete biti od 250 – 700 milijuna kuna. Za društvenu stabilnost i politiku odabran je neznatan rizik jer se procjenjuje da će kod najvjerojatnijeg događaja šteta biti manja od 250 milijuna kuna. Prosječna godišnja šteta požarne sezone za promatrani period pri izradi procjene rizika (2008. – 2017.) iznosi 225.709.975,68 kn, a samo je 2012. godine šteta iznosila više od 700 milijuna kuna te stoga štetu procjenjujemo kao malenu od promatrane prosječne požarne sezone.

3.8.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 1. – Posljedice na život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	**X**
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.8.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 2. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.8.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 3. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.8.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Razmatrajući podatke u tablici, vjerojatnost je iskazana na osnovi subjektivne odluke i analize statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova o požarima. Iz statističkih podataka koje smo koristili vidljivo je da najvjerojatniji događaj nastaje najmanje jednom godišnje.

Tablica 6. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	**X**

3.8.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Ovakav scenarij događa se svakih 20-ak godina i može biti događaj s najgorim mogućim posljedicama. Scenarij je slijedeći:

Ekstremni meteorološki uvjeti (jak vjetar, visoka temperatura zraka, suša, udari groma) pogoduju razvoju više istovremenih požara raslinja (na većoj površini) na priobalju. Gašenje takvih požara zahtijevaju angažiranje značajnog materijalnog, tehničkog i kadrovskog potencijala, ponekad iz više županija pa čak iz cijele zemlje. Snage su razvučene na više požara, ali poradi ekstremnih meteoroloških uvjeta nije ih moguće staviti pod nadzor više dana. Budući da požari traju i više dana, vatrogasne snage su iscrpljene. U takvim izvanrednim situacijama je potrebna i međunarodna pomoć, međutim često puta je situacija kritična i u drugim mediteranskim zemljama, pa pomoć izostaje ili je

nedostatna. Bitno je naglasiti da kod nepovoljnih meteoroloških uvjeta (jaki vjetar i suša) požare nije moguće staviti pod nadzor zemaljskim i zračnim snagama (više dana ili tjedana), a opožarena površina se povećava. Na nekim požarima moguće je smrtno stradavanje, hrvatskih i/ili stranih državljana. Požari mjestimično mogu ugroziti veći broj ljudi i imovinu (kampovi), te je potrebna evakuacija lokalnog stanovništva, turista i imovine i njihovo zbrinjavanje na sigurna mjesta. Mjestimično je ugrožena kritična infrastruktura (pruga, autocesta, distribucija energenata i slično). Mjestimični zastoji u cestovnom, željezničkom, zračnom i pomorskom prometu, poremećaj opskrbe energijom, vodom, namirnicama. Mogući su pojedinačni otkazi turističkih aranžmana, koji mogu proizvesti domino efekt masovnih otkaza turističkih aranžmana, dolaska kruzera itd. Mjere oporavka vegetacije i opožarenih prostora su dugoročne. Posljedice za općekorisne funkcije šuma su dugoročne.

Kao predložak može poslužiti primjer događaja koji se dogodio 1998. godine na području južne Dalmacije, odnosno dubrovačko-neretvanske županije. Događaj karakteriziraju slijedeći parametri:

- sušna zima i proljeće s količinom oborina manjim od prosjeka,
- količina oborina manjim od prosjeka zabilježena je i tijekom ljeta,
- temperatura zraka veća od prosjeka u višednevnom trajanju,
- suhoća zraka,
- suhoća vegetacije,
- nestabilnosti atmosfere i suha grmljavinska nevremena na području južne Dalmacije s otocima (od Omiša do Prevlake) u kratkom vremenskom periodu. Zabilježen nastanak većeg broja požara na kojima su morale djelovati vatrogasne snage,
- jaki vjetrovi u trajanju od nekoliko dana,
- pet istovremenih velikih požara (nastalih u vremenu od 4. do 6. kolovoza) na području dubrovačko-neretvanske županije (poluotok Pelješac – 1.233 ha, Korčula – 5.500 ha, Lastovo – 1.764 ha, Konavle 2.392 ha, zaleđe Dubrovnika – 1.011 ha[3],
- neki od požara su potpomognuti jakim sjevernim vjetrom na širokoj fronti prešli iz Bosne i Hercegovine,
- zemaljske i zrakoplovne snage za gašenje požara je trebalo razvući na svim navedenim požarištima, jer je osim pet većih požara u to vrijeme nastalo i više manjih požara koje su vatrogasne snage i zrakoplovi uspjeli staviti pod nadzor,
- za potrebe gašenja požara angažirane su snage za gašenje požara iz Austrije, Italije, Njemačke, Francuske, Rusije i Bosne i Hercegovine, a pomoć se sastojala u zrakoplovima, i desantnim skupinama,
- za potrebe gašenja požara angažirane su snage za gašenje požara iz cijele Republike Hrvatske

3.8.2.2.1. POSLJEDICE

Razmatrajući tablice u prethodnom poglavlju, posljedice su iskazane na osnovi subjektivne odluke i analize statističkih podataka Ministarstva unutarnjih poslova o požarima. Naime, do sada se nije nikada radila procjena u smislu takvog ugrožavanja i parametara navedenih u tablicama. Za život i

zdravlje ljudi odabran je katastrofalan rizik jer se procjenjuje da će kod manje vjerojatnog događaja biti potrebno kratkotrajno izmještanje više 1.500 ugroženih osoba. U slučaju manje vjerojatnog događaja procjenjuje se potreba evakuacije 1% od ukupnog broja stanovnika županije. Primjerice, u pojedinim kamp naseljima u ljetnim mjesecima može biti i preko 10.000 osoba koje je potrebno kratkotrajno izmjestiti na sigurno područje. Za gospodarstvo odabran je malen rizik jer se procjenjuje da će kod manje vjerojatnog događaja sveukupne štete biti od 250 – 700 milijuna kuna. Za društvenu stabilnost i politiku odabran je neznatan rizik jer se procjenjuje da će kod manje vjerojatnog događaja šteta biti manja od 250 milijuna kuna. Šteta od požara u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 1. srpnja do 1. listopada 1998. godine iznosila je 367.903.406,00 kuna, a na području dubrovačko-neretvanske županije, za 6 požara otvorenog tipa, 173.231.713,00 kuna što predstavlja 47,09% od ukupno nastale štete u RH. Iz toga je vidljivo da se požarna sezona 1998. godine pretvorila u katastrofalnu sa nekoliko velikih požara otvorenog prostora na području dubrovačko-neretvanske županije. Za usporedbu iznos županijskog proračuna (bez namjenskih prihoda proračunskih korisnika) za 2017. godinu je iznosio 202.663.318,00 kn te u slučaju ponavljanja scenarija iz 1998. godine šteta bi iznosila 85,48% proračuna županije

3.8.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 7. – Posljedice na život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1500	**X**

3.8.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 8. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.8.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.8.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 12. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.8.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Vjerojatnost nastanka većih požara je određena koristeći se godišnjim brojem požara i spaljenom površinom za razdoblje od 2008. – 2017. godine. Izračunat je godišnji prosjek broja požara i spaljene površine. Sastavljeni su kriteriji za svaki od parametara te se njihovom kombinacijom došlo do vjerojatnosti nastanka većih požara. Takav pristup je izabran jer se nije moglo na temelju samo jednoga od parametara doći do realne slike požarne opasnosti u Republici Hrvatskoj.

Posljedice su također rezultat godišnjeg prosjeka šteta na području pojedine županije za isto razdoblje od 2008. – 2017. godine.

Nepouzdanost

Iako je dobiven realan prikaz rizika od požara, neodređenost pri određivanju vjerojatnosti i posljedica je visoka. Razlog je relativno malen uzorak podataka od 10 godina te njihova raspršenost iz razloga što su neke godine bile prosječne dok su druge godine unutar uzorka bile sa izrazito velikim ili malim brojem požara. Razlog dobivanja realne slike stanja unatoč velikim odstupanjima u podacima je taj što odstupanje nije bilo u pojedinim županijama nego u većini. Zbog toga županije sa inače malim (ili velikim) brojem požara su i u takvim godinama sa većim brojem požara (ili manjem) ostale one sa najmanjim (najvećim) brojem požara, u odnosu na druge županije, bez obzira na povećanje (ili smanjene) od prosjeka.

Smanjenje neodređenosti se može postići uzimanjem većeg raspona podataka kakav u trenutku izrade ove procjene rizika nije bio dostupan. Također detaljniji prikaz rizika bi se mogao dobiti obradom podataka na razini općina.

Nema dovoljno stručnjaka angažiranih na osmišljavanju, razradi i primjeni metodologije, ranjivostima i otpornostima ljudi i imovine te izračunu mogućih šteta. Zbog promjene metodologije prikupljanja i obrade podataka, raznorodnih izvora i načina prikupljanja podataka i nedefiniranih protokola i izlaznih točaka kod raznih institucija koje se bave ovim rizikom postoji visoka nepouzdanost podataka koji utječu na rezultat procjene rizika. Nema dovoljno stručnjaka osposobljenih za osmišljavanje i izradu metodologiju za izračun šteta, ranjivosti te vjerojatnosti pojave opisanog scenarija.
Uz navedeno potrebno je institucionalizirati i poboljšati suradnju između (pre)malog broja postojećih stručnjaka u raznim tijelima, institucijama, odnosno organizacijama.

Tablica 13. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**	**X**	**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.8.4. POPIS LITERATURE

1. KLEČAR, S., KRATOHVIL, M., MAROTTI R., PALUH M., SZABO N., VINKOVIĆ M., VUČETIĆ M., Osnove gašenja požara raslinja, Mi Star; Zagreb; 2010.
2. VUČETIĆ, M., VUČETIĆ, V., Vrijeme na Jadranu – Meteorologija za nautičare, Fabra d.o.o.; Zagreb; 2002.
3. Bilten o požarima za godine: 1998., 2000., 2008., 2009., 2010., 2011. i 2012., Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb
4. Statistički podaci, Ministarstvo unutarnjih poslova, Zagreb

3.9. *Snijeg i led*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.9.1. OPIS SCENARIJA

3.9.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Prometni i energetski kolaps u gorskoj Hrvatskoj uzrokovan snijegom i ledom
Grupa rizika:
Ekstremne vremenske pojave
Rizik:
Snijeg i led
Radna skupina
Koordinator:
Državni hidrometeorološki zavod
Glavni nositelj:
Državni hidrometeorološki zavod
Glavni izvršitelj:
Državni hidrometeorološki zavod

3.9.1.2. *Uvod*

Gotovo se svake godine u zimskom razdoblju zbog velike količine snijega i poledice pojavljuju štete na građevinama i drugoj infrastrukturi, česte prometne nesreće i prekidi u odvijanju prometa, kao i prekidi u opskrbi uslugama (struja i voda, telekomunikacije). Nerijetko ova ugroza uzrokuje ozljede i gubitke života, kao i ogromne štete u okolišu. Ove štete nastaju kao posljedica uobičajenih prirodnih pojava, međusobnog djelovanja nepovoljnih i ekstremnih čimbenika/rizika: velikih količina mokrog snijega, leda i jakog nevremena praćenog vjetrovima olujne jačine. Nekada svaki od ovih čimbenika djeluje zasebno, a u nekim godinama, na pojedinim lokacijama, moguća je ugroza od više ili čak svih navedenim rizika zajedno.

Opasne meteorološke pojave povezane s ledom su kiša/rosulja koje se lede, poledica i poledica na tlu. Kiša/rosulja koja se ledi su kapljice kiše/rosulje čija je temperatura ispod 0°C, a ipak su se zadržale u tekućem stanju prilikom padanja kroz zrak. Zaleđuju se u dodiru s tlom ili s predmetima na Zemljinoj površini stvarajući gladak i proziran sloj leda na horizontalnim, a u slučaju vjetra i vertikalnim površinama. Površinska temperatura predmeta ili tla na kojima dolazi do trenutnog zaleđivanja tih pothlađenih (prehladnih) kapljica i nastanka poledice je oko 0°C ili niža. Poledica može nastati i

neposredno nakon dodira nepothlađenih kapljica rosulje ili kiše s površinama čija je temperatura znatno ispod 0°C. Poledica može nastati samo na tlu ali i na predmetima na visini, npr. biljkama, drveću, građevinama, stupovima i vodovima električne mreže. Mogućnost nastanka poledice na tlu može se procijeniti iz istovremene pojave oborine i temperature zraka pri tlu ≤ 0°C (mjeri se na 5 cm visine). Temperatura zraka na tlu, na 5 cm visine mjeri se na malom broju postaja, ali utvrđeno je da temperatura zraka na 2 m visine ≤ 3°C (standardno mjerenje) i pojava oborine stvaraju uvjete povoljne za nastanak poledice na tlu.

Opasne snježne prilike uključuju velike visine snijega, snijeg velike težine, tj. opterećenja ili dugotrajno padanje snijega. Ove pojave mogu uzrokovati ozljede ili gubitke života, štete na građevinama i drugoj infrastrukturi, prekide u odvijanju i nesreće u prometu kao i prekide u opskrbi uslugama (struja i voda, telekomunikacije). U područjima gdje snijeg rijetko pada čak i male visine snijega mogu izazvati negativne posljedice na ljude i odvijanje normalnog života što otežava procjenu kritične visine ili opterećenja snijegom kojom bismo pobliže definirali ovu opasnu pojavu.

.16.1.2. Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu

Utjecaj	Sektor
X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju)
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga)
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima)
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima)
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine)
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe)
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja)
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali)
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć)
	nacionalni spomenici i vrijednosti

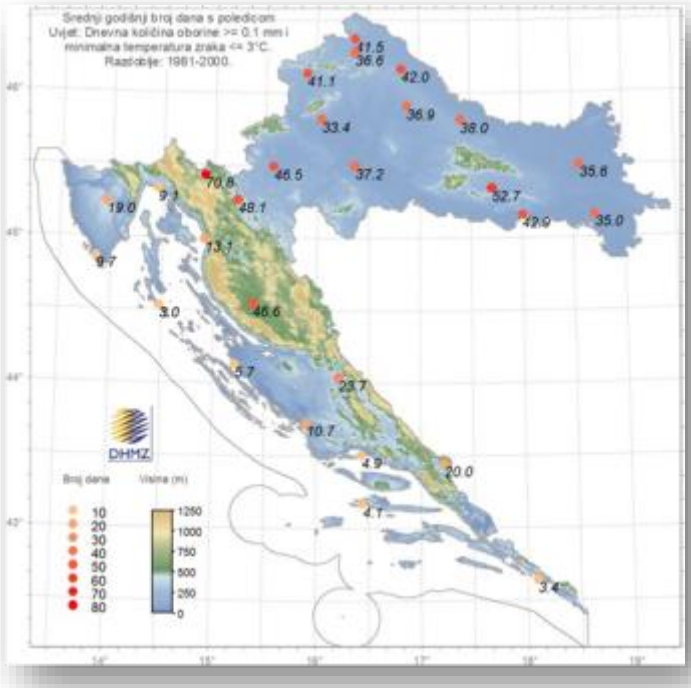
.16.1.3. Kontekst

Gorska Hrvatska obuhvaća područje Primorsko-goranske i Ličko-senjske županije i manje dijelove Karlovačke i Zadarske županije. Veći dio šteta nastalih od ledene kiše za promatrani scenarij s najtežim posljedicama nastao je na području Gorskog kotara, tj. Primorsko-goranske županije. Raspolažemo i izvješćem o šteti za pogođene dijelove Karlovačke županije.

Stanovništvo

Primorsko-goranska županija ima 296.195 stanovnika što čini 7% od ukupnog broja stanovnika Republike Hrvatske (4.284.889 stanovnika). Površina županije je 3.588 km² s prosječno 83 stanovnika po km². U Županiji je 117.627 kućanstava (*DZS, Popis 2011.*). Karlovačka županija ima 128.749 stanovnika što čini 3% od ukupnog broja stanovnika Republike Hrvatske. Površina županije je 3.626 km² s prosječno 36 stanovnika po km². U Županiji je 48.413 kućanstava. Ličko-senjska županija ima 51.022 stanovnika što čini 1% od ukupnog broja stanovnika Republike Hrvatske. Površina županije je 5.353 km² s prosječno 10 stanovnika po km². U Županiji je 19.999 kućanstava

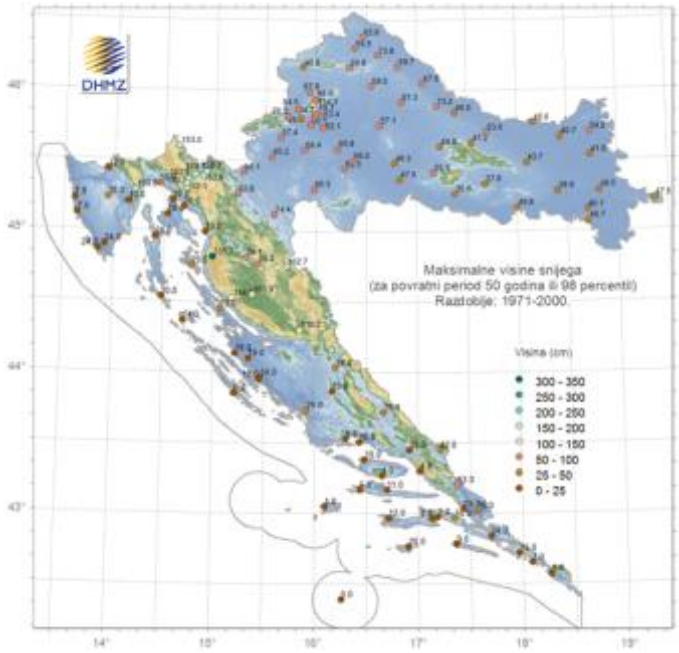
Ukupan broj stanovnika gorske Hrvatske je 475.966 (11% ukupnog broja stanovnika RH), a žive u 186.039 kućanstava.



Slika 6.9.-1. – Srednji godišnji broj dana s poledicom. Uvjet: dnevna količina oborine ≥ 0,1 mm i minimalna temperatura zraka ≤ 3°C, razdoblje 1981–2000. *(DHMZ, 2006.)*

Klima

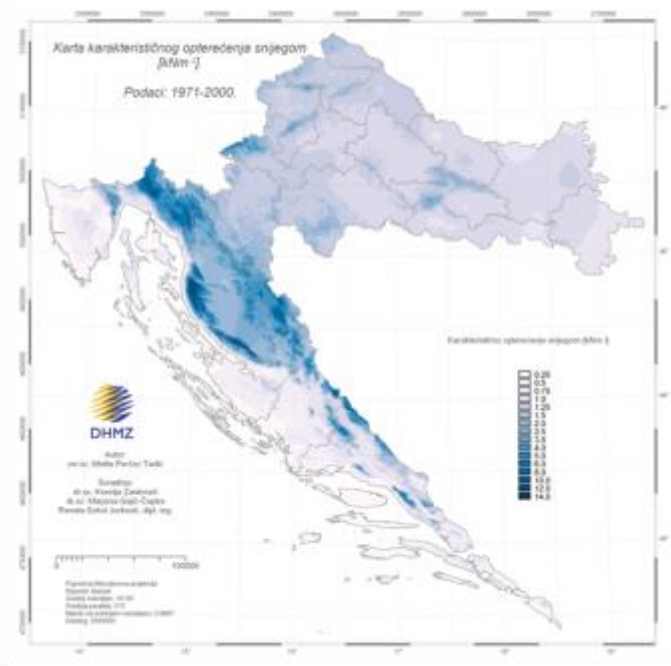
Prema *Köppenovoj* klasifikaciji klime definiranoj prema srednjem godišnjem hodu temperature zraka i količine oborine, najveći dio Hrvatske ima umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijeg mjeseca višom od -3°C i nižom od 18°C (oznaka C). Samo najviša planinska područja (>1.200 m nm) imaju snježno-šumsku klimu sa srednjom temperaturom najhladnijeg mjeseca nižom od -3°C (oznaka D). Najtopliji mjesec u godini ima srednju temperaturu nižu od 22°C (oznaka b), a više od četiri mjeseca u godini imaju srednju mjesečnu temperaturu višu od 10°C. Uz spomenute temperaturne karakteristike (oznake C i b), tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a mjesec s najmanje oborine u toplom je dijelu godine (fs). U godišnjem hodu oborine javljaju se dva maksimuma (x"). Lika i Gorski kotar te viši dijelovi Istre spadaju u klasu klime Cfsbx", a vršni dijelovi planina (viši od 1.200 m nm) u klimu Dfsbx" (*Klimatski atlas)*.



Slika 6.9.-2. – Maksimalne godišnje visine snijega za povratno razdoblje 50 godina. Podaci: 1971-2000. *(DHMZ)*

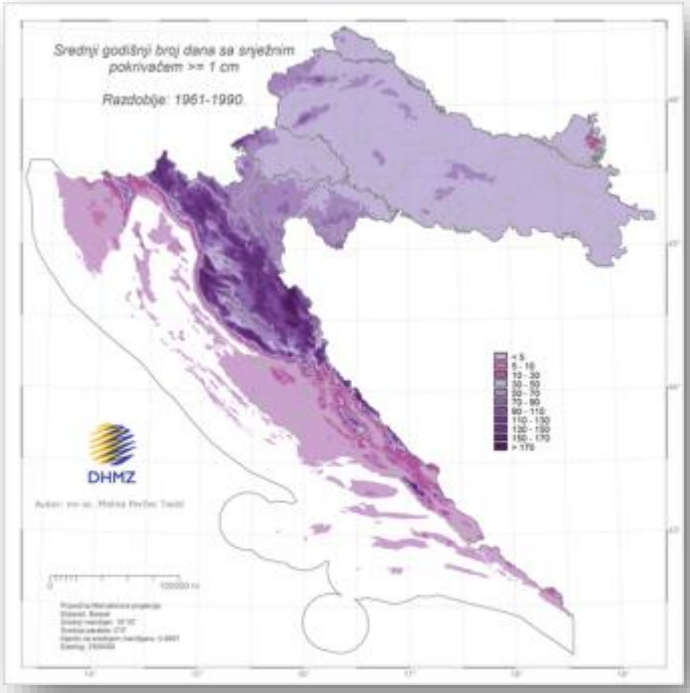
Prema *Thornthwaitovoj* klasifikaciji klime baziranoj na odnosu količine vode potrebne za potencijalnu evapotranspiraciju i oborinske vode postoji pet tipova, od vlažne perhumidne do suhe aridne klime. Klima gorske Hrvatske je planinska s niskim temperaturama zraka i dugotrajnijim i obilnijim snježnim oborinama. Prema *Thornthwaitovoj* klasifikaciji ovo je tip perhumidne klime. Pripada mu i riječko područje zbog svog planinskog zaleđa [*Klimatski atlas*].

Obzirom na promatrani rizik snijeg/led pobliže se opisuju meteorološki parametri vezani uz ove rizike za područje Hrvatske s naglaskom na gorsku Hrvatsku.



Slika 6.9.-3. – Maksimalno godišnje opterećenje snijegom za povratno razdoblje 50 godina, tzv. karakteristično opterećenje snijegom [kNm-2]. Podaci: 1971-2000 *(DHMZ, 2011.)*

Srednji godišnji broj dana s poledicom procijenjen je iz podataka oborine i temperature zraka ≤ 3°C za lokacije prikazane na slici 6.9.-1. iz čega se dobiva uvid u geografsku rasprostranjenost i intenzitet ove pojave. Najviše dana u kojima postoje uvjeti za nastanak poledice ima u gorskoj Hrvatskoj, čak do 70 dana, čime ovo područje treba smatrati najugroženijim obzirom na ovu vrstu prirodne katastrofe.



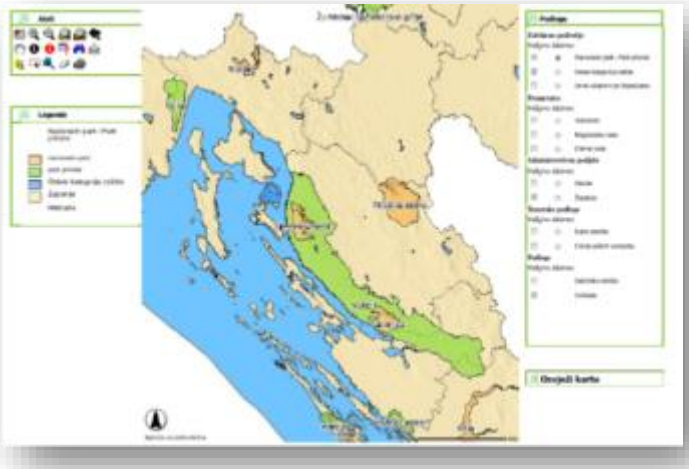
Slika 6.9.-4. – Srednji godišnji broj dana sa snježnim pokrivačem (visina snijega ≥ 1cm). Podaci: 1961-1990. *(Zaninović i dr. 2008.)*

Iz karata maksimalne godišnje visine snijega (*Slika 6.9.-2.*) i karte karakterističnog opterećenja snijegom (*Slika 6.9.-3.*), obje za povratno razdoblje 50 godina, mogu se identificirati područja izloženija opasnim snježnim prilikama.

Najugroženija snijegom je gorska Hrvatska: Lika može očekivati 100–150 cm maksimalne visine snijega, Gorski kotar 150–200 cm, dok je na najvišoj meteorološkoj postaji Zavižan zabilježena, pa i očekivana, maksimalna visina snijega i preko 300 cm.

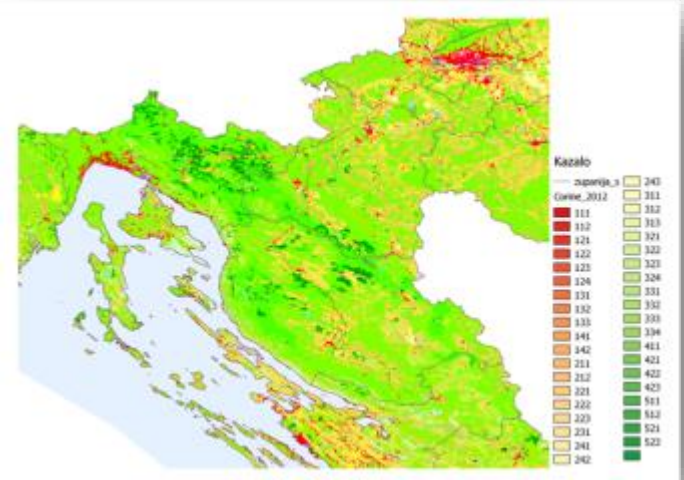
Iz karte karakterističnog opterećenja snijegom koja je podloga nacionalnog dodatka HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012 za procjenu opterećenja snijegom na građevine, također je vidljivo da su područja najvećeg opterećenja snijegom u gorskoj Hrvatskoj (tamnije plava boja na karti, *Slika 6.9.-3.*).

Karta srednjeg godišnjeg broja dana sa snježnim pokrivačem pruža dodatnu informaciju o duljini razdoblja u godini kada se snijeg može očekivati u pojedinim dijelovima Hrvatske (*Slika 6.9.-4.*). Najdulje se snijeg zadržava u gorskoj Hrvatskoj, više od 70 dana godišnje. Primjetno je smanjenje broja dana sa snježnim pokrivačem u klimatološkim razdobljima 1971. – 2000. i 1981. – 2010. u odnosu na razdoblje 1961. – 1990.



Slika 6.9.-5. – K2.2 Nacionalni parkovi i parkovi prirode. *(AZO WMS. (CLC_legenda.pdf))*

Godišnji hodovi visina snijega analizirani su za tri raspona nadmorskih visina: niske (0-600 m), srednje (600-1.000 m) i visoke (>1.000 m) meteorološke postaje. Vidljiva je razlika kako u trajanju zime tako i u visinama snježnog pokrivača između pojedinih raspona visina postaja. U gorskoj Hrvatskoj snježni pokrivač se može očekivati od listopada do travnja, a na Pargu i Zavižanu već i u rujnu. Na Pargu se može zadržati do svibnja, a na Zavižanu i lipnja.



Slika 6.9.-6. – K2.3 i K2.4 CORINE zemljišni pokrov 2012. *(AZO WMS. (CLC_legenda.pdf))*

<u>*Zaštićena područja*</u>

U Primorsko-goranskoj županiji nalazi se Nacionalni park Risnjak, a na širem području gorske Hrvatske nalaze se nacionalni parkovi Plitvička jezera, Sjeverni Velebit i Paklenica te park prirode Velebit (*Slika 6.9.-5.*).

Poljoprivredno zemljište, šume

Prema podacima o vrsti zemljišnog pokrova, CORINE 2012 (AZO WMS) (*Slika 6.9.-6.*) područje gorske Hrvatske uglavnom je šumovito (mješovite, bjelogorične i crnogorične šume) s manjim poljodjelskim površinama.

Slika 6.9.-7. – Autoceste i državne ceste. *(MPPI)*

Slika 6.9.-8. – Željezničke pruge. *(MPPI)*

Promet

Gorska Hrvatska smještena je između kontinentalne i primorske Hrvatske tj. predstavlja barijeru koju treba savladati da bi se povezali svi dijelovi zemlje. Važno je prometno čvorište kojim prolaze vitalne željezničke pruge, autoceste i državne ceste te druge prometnice nužne za normalno odvijanje prometa između kontinentalne i primorske Hrvatske. Gorskim dijelom Karlovačke i Ličko-senjske županije prolaze važni željeznički i prometni pravci (*Slika 6.9.-8.*). Željezničkom prugom Zagreb-Rijeka oznake M202 koja se nalazi na koridoru RH2, bivši paneuropski koridor Vb (Rijeka-Zagreb-Budimpešta), godišnje (prema podacima iz 2014. godine) prometuje 13.026 teretnih vlakova s 9,186 milijuna tona bruto tereta i 7.962 putnička vlaka. Na Međunarodnoj pruzi oznake M604 Oštarije-Gospić-Knin-Split (prema podacima za 2014. godinu) godišenje prometuje 6.968 terenih vlakova s 7,1 milijun tona bruto tereta i 20 098 putničkih vlakova.

Na autocesti A1 prema Splitu na dionici od Bosiljeva do Rijeke u duljini od 176,6 km godišnje prometuje 4.884.281 lakih i teških vozila odnosno 40.625 dnevno od čega je 1.144 teških vozila. Na autocesti A6 na dionici od Bosiljeva do Rijeke prema podacima Autocesta Rijeka-Zagreb d.d. prosječni dnevni promet iznosi 11.055 vozila od čega ih je 2.284 iz skupine autobusi i teška teretna vozila. Kroz gorski dio Republike Hrvatske (Primorsko-goranska županija, Ličko-senjska, Karlovačka i dio Zadarske i Šibensko-kninske županije) prolaze 22 državne ceste ukupne duljine od 1.266 kilometara po kojima prosječno dnevno prođe 2.048 vozila svih kategorija (*Slika 6.9.-7.*).

Tablica 6.9.-1. – Kontekst promatranog ugroženog područja, izvori podataka.

Kategorija	Potkategorija	Izvor podataka
Stanovništvo	1. broj stanovnika 2. udio stanovnika u ukupnom broju za RH 3. gustoća stanovnika 4. broj domaćinstava	1. DZS, Popis 2011.
Okoliš	1. klima 2. zaštićena područja 3. poljoprivredno zemljište 4. šume	1. DHMZ, http://klima.hr/klima.php?id=k1 2. AZO, http://bioloska.azo.hr/viewer.htm 3. CORINE land cover 2012. AZO WMS
Ekonomija	1. ekonomska moć 2. privreda	
Infrastruktura	1. električna energija 2. telekomunikacije 3. promet	1. Hrvatska Elektroprivreda d.d., Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. 2. novinska izvješća 3. Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture

.16.1.4. Uzrok

A1. najvjerojatniji događaj: 13 – 18. siječanj 2013.

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

Sa zapada se području Hrvatske u višim slojevima atmosfere približava duboka dolina u polju tlaka i temperature, dok se visinska ciklona koja se nalazi nad srednjom Europom polako spušta nad Alpsko područje. U sklopu doline i visinske ciklone nad naše područje stiže hladan i vlažan zrak. Prizemno se produbljava ciklona u Genovskom zaljevu s približavanjem doline te spuštanjem visinske ciklone iz srednje Europe nad područje Italije. Potom se os visinske doline počinje naginjati u smjeru jugoistok – sjeverozapad zbog čega se prizemna ciklona zadržava nad Italijom i Jadranom nekoliko dana. U takvim okolnostima s juga i jugoistoka neprestano stiže zrak bogat vlagom, a sa sjevera kontinenta na stražnoj strani ciklone hladan zrak pa na području Hrvatske padaju razmjerno obilne oborine, na kopnu većinom snijeg. Nakon tri dana prizemna ciklona ulazi nad Balkanski poluotok i kreće prema Crnom moru, a sa sjevera jača utjecaj polja visokog tlaka zraka. Kako ciklona napušta naše krajeve zbog velikih gradijenata u tlaku zraka jak vjetar puše u unutrašnjosti, a duž obale bura koja često ima i olujne udare.

Okidač
Prethodno nailasku doline i ciklone na području kontinentalne Hrvatske već je bilo razmjerno hladno zbog čega glavnina oborina u unutrašnjosti pada u obliku snijega koji se zadržava na tlu i stvara snježni pokrivač. Kako se visinska i prizemna ciklona razmjerno dugo zadržavaju nad Hrvatskom oborine su obilne pa na kopnu u vrlo kratkom vremenu nastaje snježni pokrivač mjestimice i veći od 50 cm što dodatno otežava situaciju. Također je padanje snijega u unutrašnjosti praćeno jakim vjetrom. U gorju vjetar ima i olujne udare zbog čega nastaju nanosi, a bura duž obale također je na udare olujna.

A2. najvjerojatniji događaj: 28. prosinac 2014.

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi
Sa zapada se području Hrvatske u višim slojevima atmosfere približava duboka dolina u polju tlaka i temperature, s kojom stiže hladan zrak. Nailaskom doline nad Alpe ona se dodatno produbljuje i u višim se slojevima zatvara, odnosno odsijeca, visinska ciklona, a u prizemnom polju tlaka dolazi do stvaranja ciklone iznad Genovskog zaljeva ili sjeverne Italije. Potom ciklona premješta preko Jadrana, postupno slabi te po visini ponovno poprima oblik dugovalne doline koja odlazi dalje na istok kontinenta. Na svojoj stražnjoj strani povlači sa sjeveroistoka još malo hladniji zrak. S obzirom da ciklona postoji i u nižim i višim slojevima atmosfere ona je dobro razvijena i zbog toga na području Hrvatske padaju obilne oborine, većinom snijeg.

Okidač
Kako je prethodno nailasku doline i ciklone u našim područjima već bilo hladno, glavnina oborina pada u obliku snijega koji se zadržava na tlu i stvara značajan snježni pokrivač. Također, s obzirom na jačanje ogranka anticiklone sa zapada nastaju velike razlike u tlaku zraka između istoka i zapada kontinenta pa je padanje snijega u unutrašnjosti praćeno jakim i vrlo jakim vjetrom. U gorju vjetar ima i olujne udare zbog čega nastaju nanosi, a bura duž obale često je na udare i orkanska. Zbog snažne hladne advekcije snijega nošenog burom ima ponegdje i na Jadranu.

B. događaj s najgorim mogućim posljedicama: 1. i 2. veljača 2014.

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi
Sinoptička situacija koja prethodi događaju okarakterizirana je višednevnim utjecajem kvazistacionarne sibirske anticiklone koja podržava stabilne vremenske prilike u većem dijelu sjeveroistočne Europe. Zbog dugotrajnog utjecaja anticiklone hladan zrak, temperature niže od 0°C, zadržava se iznad cijele kopnene Hrvatske. Istodobno se u sklopu prostranog ciklonalnog polja, koje se iz Atlantika proteže do zapadnog Sredozemlja, formira ciklona u Genovskom zaljevu. Na prednjoj strani ciklone, s toplom frontom, započinje pritjecanje toplog zraka s jugozapada. Greben anticiklone iznad istočne Europe spušta se još dalje prema jugu pa se zbog velike razlike u tlaku između anticiklone i ciklone u Sredozemlju pojačava južno strujanje s kojim po visini pritječe iznimno topao i vlažan zrak. U području Gorskog kotara se pod utjecajem anticiklone u nižim slojevima atmosfere zadržava hladan zrak, iznad kojeg se nadvlači debeo sloj toplog zraka koji stiže sa Sredozemlja.

Okidač

S obzirom na jačinu sibirske anticiklone (u središtu je tlak zraka oko 1060 hPa) ona djeluje blokirajuće, odnosno priječi premještanje ciklone na istok tako da se neporemećena situacija, uz stalno pritjecanje toplog i vlažnog zraka s juga zadržava tijekom 3 dana. Zbog razmjerno velike količine kiše koja pada na i dalje hladnu podlogu, naslage leda dosežu debljine i do nekoliko cm.

3.9.2. DOGAĐAJ

3.9.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Jake oborine u obliku snijega stvaraju značajan snježni pokrivač na području Ličko-senjske, Primorsko-goranske i Karlovačke županije izazvavši prometni i energetski kolaps u Gorskoj Hrvatskoj. U daljnjem tekstu prikazana su dva najvjerojatnija neželjena događaja zbog različitih mehanizama nastanka.

3.9.2.1.1. POSLJEDICE

Prikaz posljedica na život i zdravlje ljudi prvenstveno se temelji na novinskim izvještajima, dok su glavni izvor za procjenu šteta na gospodarstvo podaci Ministarstva financija iz Registra prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda za razdoblje 1996. – 2014. godine (Tablica 6.9.-3. i 6.9.-4.). Za odabrane scenarije u ovoj procjeni rizika prijavljene štete manje su od 1% rashoda RH, osim za događaj s najgorim mogućim posljedicama, za koji je šteta 2,1% rashoda RH.

Tablica 6.9.-2. – Ukupno prijavljene štete od elementarnih nepogoda (Registar prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda za razdoblje 1996. – 2014., Ministarstvo financija.)

Županija	Godina	Led	Snijeg
Bjelovarsko-bilogorska	1998		2.506.598,00
Dubrovačko-neretvanska	2005		90.790.620,12
	2012		215.285.915,46
Istarska	2010		9.356.119,69
Karlovačka	1997		14.958.626,00
	2014	2.452.026,62	
Ličko-senjska	2009	7.641.714,37	
	2010	21.282.046,07	
Požeško-slavonska	1998		3.575.441,00
Primorsko-goranska	1997	7.023.778,00	11.386.541,00
	2006		812.930,00
	2014	2.645.629.421,51	
Splitsko-dalmatinska	1996		10.754.400,00
Šibensko-kninska	2003		6.786.043,00
Virovitičko-podravska	1998		7.157.895,00
Zadarska	1996		19.790.096.00
	2009	9.774.406,03	

Međutim, na razini rashoda županija, štete u pojedinim godinama bile su za pojedine županije katastrofalne. Osim odabranog događaja iz 2014. godine, štete od ledene kiše na razinama županijskih rashoda bile su od 1.9% do 34% ili u prosjeku 11%. Iznosi prijavljenih šteta bili su od 2 milijuna do 21,2 milijuna kuna uz najveću štetu prijavljenu za događaj s najgorim posljedicama u veljači 2014. godine. u iznosu od 2,6 milijarde kuna, u kategoriji "značajne" štete. U 19 godina šteta od leda prijavljena je 6 puta, što je na razini jednom u 3-4 godine, tj. na razini "male" vjerojatnosti.

Štete od snijega (snijeg, snijeg-mraz, snijeg-kiša, snježna oluja) bile su između 2% i 65.7% županijskog proračuna, što je u prosjeku 11%. Iznosi šteta bili su od 800.000,00 kn do 215 milijuna kuna, tj. u kategoriji "neznatne" štete. Šteta je u 19 godina prijavljena 12 puta što je na razini jednom u 1-2 godine pa je predložena „umjerena“ vjerojatnost za ovaj događaj.

Tablica 6.9.-3. – Prijavljene štete od elementarnih nepogoda, štete u kategoriji Društvena stabilnost i politika
(Registar prijavljenih šteta od elementarnih nepogoda za razdoblje 1996–2014., Ministarstvo financija.)

Županija	Godina	Led	Snijeg
Bjelovarsko-bilogorska	1998		901.354,00
Dubrovačko-neretvanska	2005		2.848.680,00
	2012		27.323.146,88
Istarska	2010		144.550,00
Karlovačka	1997		244.119,00
	2014	1.577.150,35	
Ličko-senjska	2009	2.331.246,76	
	2010	323.226,15	
Požeško-slavonska	1998		1.883.926,00
Primorsko-goranska	1997	4.664.484,00	6.414.205,00
	2006		812.930,00
	2014	2.086.370.359,80	
Splitsko-dalmatinska	1996		829.600,00
Šibensko-kninska	2003		6.340.991,00
Virovitičko-podravska	1998		352.931,00
Zadarska	1996		??????
	2009	5.070.000,00	

A1. najvjerojatniji događaj: 13. – 18. siječanj 2013. godine

(Prema novinskim izvještajima (DHMZ, 2013))
U nedjelju, 13. siječnja, počeo je padati slab do umjeren snijeg u sjeverozapadnoj i zapadnoj Hrvatskoj. Snijeg je u noći na ponedjeljak pojačao, tako da ga je napadalo mjestimice preko pola metra. U okolici Rijeke palo ga je 20 do 40 cm, tamo su nastali ipak samo manji problemi u prometu. Malo snijega bilo je i u Opatiji.

Gorska Hrvatska
Cestovni promet kroz Liku i Gorski kotar bio je otežan, postavljena su razna ograničenja i zabrane prometovanja. U Slunju je palo 75 cm snijega, sve su službe stavljene u funkciju čišćenja snijega. U Ogulinu je palo 87 cm snijega. Očišćenim prolazima prolazilo se kao kroz tunele. Život se odvijao usporeno, ali po ustaljenim navikama bez većih problema. Snijeg je u Otočcu padao uz grmljavinu, pa je mjestimice nestajalo struje. Pola učenika nije se moglo probiti do škole. Odlazak na posao bio je onemogućen ili znatno otežan, pa je broj izostanaka s posla bio velik. Ralice su čistile ceste, a jedna je proklizala u kanal. Mjestimice je nestajalo i vode. S četvrtka na petak palo je u Gorskom kotaru novih tridesetak cm snijega. U Begovom Razdolju ga je tako bilo 123 cm, a u Karlovcu gotovo 60 cm. Kasnili su autobusi i vlakovi, bilo je puno problema u cestovnom prometu. Lomile su se grane i rušila cijela stabla na prometnice. Automobili se uopće nisu vidjeli od snijega. U općini Barilović nekoliko je zaselaka bilo tjedan dana izolirano. Mjestimice u zapusima ima jedan metar snijega. U Karlovcu se pripremaju za moguće topljenje snijega, visoke vodostaje i opasnost od poplava. Pucali su i

elektrovodovi, pa je i tu nestajalo struje. Na području Karlovca se pod težinom snijega urušilo nekoliko krovova. Do više sela kod Gline strojevi su se uspjeli probiti tek nakon tri tjedna.

Gorska služna spašavanja izvlačila je zametena vozila, prevozila bolesnike i osobe koje žive same, razvozila namirnice i ostale potrepštine. Neke su autobusne linije prema unutrašnjosti otkazane, ostale su prometovale uz velike teškoće i kašnjenja. Snijeg je mjestimice padao s krovova i oštećivao automobile.

Ostali krajevi Hrvatske

U Varaždinu je otkazana nastava u osnovnim školama, kao i u jednoj u Međimurju. Na području Varaždinske županije palo je od 35 do 60 cm snijega, proglašeni su zimski uvjeti i postavljena ograničenja prometovanja. Bilo je velikih problema u prometu, neka su sela bila u potpunosti zametena. Građani nisu mogli na posao. U okolici Lepoglave autobus pun đaka iskliznuo je s ceste. Vlakovi i autobusi prometovali su uz kašnjenja. Bilo je i ozlijeđenih osoba od snijega s krova.
U Podravini i Prigorju palo je oko 30 cm snijega, bilo je srušenih stabala. Jedan je autobus kod kalničkih sela izletio s ceste. Izlijetanja je bilo na više mjesta, nije bilo ozlijeđenih.

U Zagrebu su se zbog snijega na kolniku sudarila dva autobusa javnog prijevoza, bilo je dvadesetak ozlijeđenih. Snijeg je padao u Zagrebu i cijeli ponedjeljak, pale su obilne količine. Povremeno je bilo i grmljavine, s kojom se padanje snijega pretvorilo u mećavu. Visina snježnog pokrivača iznosila je gotovo 70 cm. Tramvaji su se kvarili, iskakali iz tračnica, znatan broj linija nije se mogao održati zbog visokog snijega na tračnicama što je izazvalo velike poteškoće. Tramvaji su stajali na prugama u kolonama, a građani su poslove obavljali pješice. Do taksija je bilo nemoguće doći, pješačilo se uglavnom po tramvajskim prugama kojima nisu vozili tramvaji, jer su kolnici i nogostupi bili zatrpani visokim snijegom. Brdske autobusne linije bile su u prekidu. Velikih problema bilo je u željezničkom prometu, vlakovi su kasnili, linije otkazivane, skretnice nisu radile jer su bile zatrpane snijegom. Pod snijegom se urušio krov jedne osnovne škole. U pogonu je bilo preko 200 ekipa za čišćenje snijega s ralicama, mobilizirana je civilna zaštita, vatrogasci, zaposlenici gradskih ureda, gorska služba spašavanja. Snijeg je padao dok se čistilo, pa je na očišćene dijelove ponovo napadao novi snijeg. U Zagrebu treba očistiti 2500 km cesta, sljemensku cestu i tramvajske pruge, jer su tračnice pod debelim snježnim naslagama. Zimska služba je radila bez prekida i spavanja. Građani su čistili snijeg ispred svojih kuća i na parkiralištima. Parkirališta su bila zatrpana, a starijim osobama preporučeno je da ne izlaze iz stanova i kuća. Na Griču je izmjereno 57 cm snijega, što je najviše u periodu mjerenja od 1861. godine. Već u utorak, 15.1., situacija se postupno normalizirala, a snijeg postupno prestao padati. Sve su ustanove radile, kao i trgovine. Gradske službe čistile u snijeg sa krovova, tamo gdje je to bilo moguće. Znatan broj građana je pao na snijegu i lomio kosti ekstremiteta. Za čišćenje grada angažirani su i studenti uz naknadu. Snijega je ponovo bilo u srijedu 16.1., u Zagrebu ga je palo novih 20 cm.

Iako je u Turopolju napadalo oko 40 cm snijega, nastale su manje teškoće dok se glavnina snijega nije očistila.

Snijeg je zapadao i u Zagorju, i tamo je na mjestima otkazana nastava u školama. Mjestimice je snijega u nanosima bilo i pola metra. Promet brdskim zagorskim prometnicama bio je nemoguć. Dogodio se niz prometnih nezgoda, uglavnom slijetanja s cesta. Na Sljemenu ima pola metra snijega.

Na Bjelolasici se urušio veliki šator pod snijegom.

Na istoku zemlje nije bilo snijega, samo slaba povremena kiša, a bilo je i sunčanih razdoblja. U Vukovaru je temperatura bila 10°C.

U Dalmaciji su zavladali kiša i južina, zapuhali su jako jugo i lebić, koji su privezali katamarane. Jugo je puhalo 80 km/h.

(Prema izvješću Hrvatskog operatora prijenosnog sustava – HOPS)
Nije bilo zabilježenih većih poremećaja ni materijalne štete na visokonaponskoj mreži HOPS-a osim 10.000,00 kn štete zbog stabla srušenog na vodiče.

(Prema izvješću Hrvatske elektroprivrede – HEP)
Štete na postrojenjima HEP-a nastale 2013. godine u periodu od 11. siječnja do 31. ožujka iznosile su oko 2 milijuna kuna i izvan opskrbe električnom energijom ostalo je 8.000 potrošača sa područja općina Vrbovskog, Delnica, Brod Moravica, Lokvi, Čabra, i Ravne gore.

A2. najvjerojatniji događaj: 26–28. prosinca 2014.

(Posljedice prema novinskim izvješćima (DHMZ, 2014))
Gorska Hrvatska
Prvog dana razdoblja snijeg je pao u Lici i Gorskom kotaru. Palo ga je tri do četiri centimetra. Samo je mjestimice bio otežan promet. Drugog dana razdoblja snježne oborine bile su obilnije. Na području Rijeke je u početku padala susnježica, a potom je prema večernjim satima padao samo snijeg. Glavina snježnih oborina bila je u noći prema 28. prosinca. Najviše ga je bilo u Lici i Gorskom kotaru, u zaleđu Dalmacije, te u Zagrebu i okolici. Ujutro mjerena visina snježnog pokrivača je bila od 10 do 30 cm. U Begovom Razdolju ga je bilo preko 30 cm, u Imotskom 25, u Zagrebu 20 cm, Varaždinu oko 10 cm, u Pazinu 8 cm. Za sav promet bila je zatvorena dionica autoceste uz more od Senja do Svete Marije Magdalene, dio autoceste Zagreb – Rijeka, stara cesta preko Učke. Na Ćićariji je bilo oko 30 cm snijega. U Dalmatinskoj zagori je mjestimice nestajalo struje zbog kvarova na elektro mreži. Više je dalekovoda ispalo iz funkcije, a neki su bili i srušeni, pa su brojna manja mjesta ostala bez napajanja. U snježnoj mećavi s vjetrom preko 150 km/h ostali su blokirani izletnici na brdu Vrdovu kod Sinja. Vidljivost je bila jedva koji metar. Pokrenuta je akcija spašavanja, koja je uspješno provedena. Dio spasilaca HGSS je morao prenoćiti u automobilu zametenom u mećavi. Posvuda je promet bio otežan i tekao je usporeno. Snijeg je nastavio padati i cijeli dan 28. prosinca, te ga je u gorskim krajevima napadalo ukupno od 40 do 50 cm.

Ostali krajevi Hrvatske

Uz more snijega je bilo u Zadru, Konavlima, na kvarnerskim otocima. Na većini cesta u Hrvatskoj proglašeni su zimski uvjeti. Na Sljemenu je bilo 30 cm snijega, pa je sljemenska cesta bila zatvorena za promet. U zabiokovlju, na području Zagvozda, snijega je u zapusima bilo od pola do jedan metar visine. Neka su naselja bila odsječena, pa su se ralice morale probijati do stanovnika. Jak vjetar i niske temperature sledile su snijeg, pa je leda na cestama mjestimice bilo i 35 cm. Naselja su u blokadi bila tri dana. Snijega je bilo i u Slavoniji, uglavnom od 5 do 15 cm visine. U Zagrebu je bilo srušenih stabala.

Na krajnjem jugu Hrvatske puhalo je jako jugo, koje je otežavalo pomorski promet. Puhalo je do 130 km/h. Zbog velikih valova neke su brodske linije bile nakratko u prekidu. U Dubrovniku je jugo potopilo nekoliko brodica. Na kraju razdoblja je zapuhala bura. Brzina joj je bila preko 100 km/h.

(Prema izvješću Hrvatskog operatora prijenosnog sustava – HOPS)
Prema izvješću HOPS-a nije bilo zabilježenih većih poremećaja ni materijalne štete na visokonaponskoj mreži HOPS-a.

3.9.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

U procjeni posljedica na život i zdravlje ljudi najvjerojatnijeg događaja, na umu su nam ozljede uslijed više prometnih nesreća i padova, mada ne raspolažemo brojčanim pokazateljima. Prema pokazateljima Zavoda za hitnu medicinu Primorsko-goranske županije, Karlovačke županije i Ličko-senjske županije ukupan broj intervencija u odabranim scenarijima je između 200 i 500 pa stoga predlažemo kategoriju posljedica „umjereno“.

Tablica 6.9.-4. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	**X**
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.9.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Zbog dobre pripremljenosti odgovornih službi, prije svega službi za čišćenje snijega na prometnicama, smatramo da su štete od najvjerojatnijeg događaja za gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku male na razini županijskih rashoda, u prosjeku do 5%, odnosno u kategoriji „neznatne“, od 800.000,00 do 20 milijuna. kuna. Ovdje je najveća prijavljena šteta bila šteta od snijega/mraza u Dubrovačko-neretvanskoj županiji u veljači 2005. s prijavljenim iznosom od 90 mil. kn. Uglavnom se gospodarske štete odnose na poteškoće u prometu, kašnjenja ili prekide prometa na

ugroženim dionicama, te s tim povezane prekide u odvijanju nastave i kašnjenju radnika na posao. Mogući su i prekidi u opskrbi energentima.

Tablica 6.9.-5. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

.16.1.4.1.1. Društvena stabilnost i politika

Tablica 6.9.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.9.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.9.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Šteta od snijega obično je povezana s većim visinama novog snijega. U Gospiću novi snijeg deblji od 30 cm u prosjeku pada jednom u dvije godine, ali ima i godina bez ovako debelog novog snježnog pokrivača. Snijeg debljine 6-30 cm može se očekivati šest puta godišnje u prosjeku.

U mjestu Lokve (kraj akumulacijskog jezera) novi snijeg deblji od 30 centimetara u prosjeku pada 2-3 puta godišnje, a snijeg debljine 6-30 cm pada u prosjeku 10 puta godišnje, ali ne izazove svaki puta štete, a pojedinih godina i nema ovakvih visina. Veće količine snijega i leda očekuju se općenito u blizini većih akumulacija. To potvrđuje i analiza šteta od leda na elektroenergetskom sustavu (*Komorski, 2011*.).

Šteta od snijega (snijeg, snijeg-mraz, snijeg-kiša, snježna oluja) je u 19 godina prijavljena 6 puta što je na razini jednom u 2-3 godine pa je predložena „umjerena“ vjerojatnost za ovaj događaj.

Tablica 6.9.-8. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51 - 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.9.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Pojava ledene kiše praćene snijegom na području Gorske Hrvatske.

3.9.2.2.1. POSLJEDICE

(Prema izvješću Ministarstva mora, prometa i infrastrukture).
U razdoblju između 31. siječnja do 04. veljače 2014. godine na području Primorsko-goranske županije zabilježene su ekstremne oborine u obliku ledene kiše. Štete koje su nastale na autocesti A6 uslijed ledene kiše, na dionici od tunela Tuhobić do čvora Vrata i dionici od Vrata do Vrbovskoga i od Vrbovskoga do Bosiljeva očituju se u oštećenju zaštitne žičane ograde i stupova žičane ograde, a procijenjena vrijednost štete iznosi 21.018,00 kuna bez PDV-a.

Zbog elementarne nepogode uzrokovane ledenom kišom na dan 02. veljače 2014. godine od 01:20 do 04:45 sati od Čvora Bosiljevo 2 do čvora Kikovica promet je bio zatvoren za sve skupine vozila, zbog puknuća kablova dalekovoda koji je izazvala ledena kiša. Procjena štete koja je nastala zatvaranjem dionice za sav promet sa aspekta neostvarenog prihoda, temeljena na prosjeku ostvarenog prometa na ključni datum iznosi 113.122,00 kuna.
Zbog polomljenih stabala i uništenih dijelova opreme na cestama za sav promet bile su zatvorene sljedeće državne ceste: DC3 Bosanci dionica (DC204) – Stubica (DC42) – Kupjak (Z5034) – Lučice: Čvorište Delnice (A6) Škrljevo (DC501) – Soboli: Čvor Kikovica (A6) – Čavle (DC40) – Rijeka: Školjić (DC8) u periodu od 1. do 08. veljače 2014. godine.

Na DC32 GP Prezid (gr. R. Slov.) – Parg (DC305) - Delnice , u periodu od 31.1. do 10.2. 2014. Na DC42 Vrbovsko (DC3) – Josipdol(DC23). u periodu od 3. do 9. veljače 2014. godine. Na DC203 GP Brod na Kupi (gr. R. Slov.) – Delnice (DC3) u periodu od 3. do 9. veljače 2014. godine. Na DC305 dionica DC32 – Čabar (Ž5031) u periodu od 3. do 9. veljače 2014. godine. Na DC501 Škrljevo (DC3) – Krasica: Čvor Oštrovica (A6) – Jadranovo (DC8) zatvarane ceste za sav promet bilo je u periodu od 3. do 7. veljače 2014. godine.

Uslijed ledene kiše došlo je do lomljenja drveća koje je padalo na željezničku prugu te time izazvalo petodnevni prekid željezničkog prometa na pruzi Zagreb – Rijeka tj. dionici između kolodvora Ogulin i Drivenik. Uslijed izvale drveća u profil željezničke pruge došlo je i do oštećenja trupa pruge (erozije materijala iz usjeka u slobodni profil pruge, zatrpavanje odvodnih kanala…). Također je došlo do lomova i oštećenja stupova kontaktne mreže, vodiča voznog voda te električnih sklopova i uređaja potrebnih za osiguranje električne vuče, oštećenja na postrojenjima za električno napajanje, oštećenja na signalno-sigurnosnim uređajima potrebnim za osiguranje prometa. Oštećena je također i optička infrastruktura na više mjesta te je došlo do prekida daljinskog upravljanja i nadzora na stabilnim postrojenjima električne vuče te neispravnih telekomunikacija na većem dijelu dionice pruge kroz Gorski kotar. Zbog brojnih oštećenja na električnim vodovima i postrojenjima u nadležnosti HEP-a (na razinama 110 kV, 35 kV, 10/20 kV, NN) nije bila moguća električna vuča do 6. veljače, brojni željeznički objekti (kolodvori i dr.) bili su bez opskrbe električnom energijom više dana. EVP 110/25 kV Vrata dobio je napon 110 kV od strane HEP-a tek nakon 7 mjeseci.

Dionica pruge Ogulin – Drivenik otvorena je za teretni željeznički promet 6. veljače, a za putnički promet 7. veljače 2014. godine.

Tablica 6.9.-9. – Procijenjeni troškovi privremene i konačne sanacije nastalih šteta uslijed elementarne nepogode 1. i 2. veljače 2014. godine na području Primorsko-goranske županije. (MPPI)

Redni broj	**Opis**		**Procijenjena vrijednost sanacije bez PDV-a (kn)**
1.	OŠTEĆENJA NA GRAĐEVINSKIM POSTROJENJIMA	Sječa i čišćenje raslinja i drveća porušenog u profil pruge	695.984,42
		Čišćenje pokosa u usjecima i odvodnih kanala od erodiranog materijala nastalog uslijed izvale drveća.	136.314,36
		Sječa i uklanjanje porušenog, oštećenog i u profil pruge nagnutog drveća koje prijeti padu u profil pruge	4.010.400,00
		UKUPNO:	***4.842.698,78***
2.	OŠTEĆENJA NA ELEKTROENERGETSKIM POSTROJENJIMA	Zamjena uništenih i oštećenih jednostrukih okretnih konzola tipa 25 kV, kontaktnih vodiča, nosivog užeta, vješaljki, povratnog voda, izolatora, sidara i uređaja za automatsko zatezanje, intervencije uslijed prekida prijenosnih putova daljinskog upravljanja, prekida napajanja iz HEP-ove mreže 110 kV, 35 kV te NN kao i popravci oštećenih električkih sklopova	687.867,24
		Regulacija i fina regulacija voznog voda	52.200,00
		Zamjena oštećenih cijevnih stupova s izradom novih temelja te antikorozivna zaštita istih	132.450,50
		UKUPNO:	***872.517,74***
3.	OŠTEĆENJA NA SS i TK UREĐAJIMA	Instaliranje privremenog napajanja uređaja zbog nestanka električne energije	64.725,60
		Kontrola, pregled i prilagodba uređaja nakon dolaska električne energije	31.763,80
		Sanacija štete na uništenoj i oštećenoj optičkoj infrastrukturi. Zamjena oštećenog optičkog kabla	708.000,00
		UKUPNO	**804.489,40**
SVEUKUPNO			**6.405.216,92**

Nisu obuhvaćeni troškovi šteta zbog prekida željezničkog prometa (teretnog i putničkog)

(Posljedice prema novinskim izvješćima (DHMZ, 2014))

Težina leda koji se nataložio lomila je drveće, stupove električne mreže (*Slike 6.9.-9. – 6.9.-12.*) (prema novinskim napisima šteta je najveća od osnutka HEP-a) (*DHMZ, 2014*). Prekinute su telekomunikacije i vodoopskrba. Otežano je, a između Rijeke i Zagreba i prekinuto odvijanje prometa, a željeznički promet je obustavljen. Škole su bile zatvorene, a mnogi ljudi su se ozlijedili. Za Gorski kotar (Primorsko-goranska županija) i dijelove Karlovačke županije (Ogulin i općine Josipdol, Tounj, Plaški i Saborsko) proglašena je elementarna nepogoda zbog leda za razdoblje od 1. do 6. veljače 2014. godine.

Slika 6.9.-9. – Naslaga leda na vodiču. Izmjereno na OPGW-u : OPGW ASLH-D(S)bb 2x24 SMF (AA/ACS 92/43 –11,3) dalekovoda 110 kV DV 131 VINODOL - VRATA 2 u priključnom rasponu između krajnjeg stupa broj 1 i EVP 110/25 kV

I u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Slavoniji ledena kiša je izazvala štete.

Gorski kotar

Ledena kiša pala je u Gorskom kotaru. Cijeli je kraj bio okovan ledenom korom. Hodanje je bilo nemoguće, kao i uklanjanje vrlo čvrstog leda. Najteže je bilo na području Čabra. Na širem području nestalo je struje zbog puknuća elektrovodova, rušenja dalekovodnih stupova, padanja grana i cijelih drveća na vodove. Stabla su pucala pod ledom i padala na ceste, pa je na mnogim mjestima promet bio u prekidu. Vožnja nije bila moguća i zbog leda na cestama.

Za cijeli Gorski kotar je proglašeno stanje elementarne nepogode. Sedam tisuća ljudi je bilo bez struje. Oštećeno je 80% elektroenergetske mreže u Gorskom kotaru. U prekidu je i željeznički promet, jer su oštećeni kako pruga tako i kontaktna mreža. Nekoliko je vlakova ostalo blokirano na prugama, pa su putnike iz vagona morali izvlačiti vatrogasci.

Brojni su prijelomi ekstremiteta nastali padovima na ledenim površinama. Nebrojena stabla su pucala i padala. Iz šuma se stalno čuju zvukovi lomljave stabala, led je na granama bio debeo oko 10 centimetara. Interventne ekipe svih službi radile su na otklanjanju kvarova i blokada, no nakon saniranja jedne dionice na njoj su ponovo pucala stabla i elektrovodovi. Grane su se nadvile nad ceste, posvuda su visjeli pokidani vodovi. Voćnjaci su uništeni. Sige sa kuća su dugačke više od pola metra, nestalo je i vodoopskrbe. U školama nema grijanja. Prekinut je promet između Rijeke i Zagreba. Procjenjuje se da će za popravke elektromreže biti potrebno oko dva tjedna. Do utorka je prebrojano oko 200 srušenih stupova, no, do mreže u šumama nije moguće doći, pa će taj broj u konačnici biti znatno veći. Šteta na elektromreži je najveća od osnutka HEP-a. Stanje se pokušava popraviti slanjem generatora na područja bez struje. Gorska služba spašavanja prevozi bolesnike do bolnica ili najbližih prohodnih prometnica djelujući kao produžena ruka Hitne medicinske pomoći, u trenutku i na

mjestima gdje redovite službe to ne mogu (*A. Zorić, HGSS, mail*). Količina nataloženog leda je iznimno velika. Prizori područja okovanog ledom sliče na apokalipsu, slomljeno drveće naslanja se na kuće. Nedostaje baterija, svijeće su jedini izvor svjetla. Cestama se smiju kretati samo interventne službe. Hranu gorani iz frižidera spremaju u snijeg da se ne bi pokvarila. Telekomunikacije, telefon i *internet* su u prekidu. Čišćenje leda je gotovo nemoguće. HEP je angažirao ekipe iz drugih gradova na popravcima vodiča. Procjenjuje se da će štete biti više desetaka milijuna kuna, najviše na šumama. Nitko ne ide na posao, djeca ne idu u školu. Očekuje se zatopljenje koje će otopiti led. Popucali vodiči leže na cesti, što opasnim čini kretanje. Hrvatska će za sanaciju šteta tražiti pomoć Europske unije. Predlaže se postaviti elektromrežu pod zemlju, jer se u gorskim predjelima ovakve situacije mogu ponoviti, a dodatno probleme redovito stvara i olujna bura. Normalizacija života će trajati mjesecima. Ne rade ni drvoprerađivačka poduzeća jer nemaju struju. Predlaže se proglasiti prirodnu katastrofu. Procjenjuje se da će biti potrebno posjeći milijun kubika bukve, dvostruko više od ukupne godišnje sječe. Mjestimice je šuma uništena 95%. Priroda će se obnoviti, ali će za to biti potrebno 50 i više godina. Štete na šumama procjenjuju se na preko 1,2 milijardi. kuna. Hektar šume upije 20 tisuća litara vode, sada kada toga ne bude može se očekivati erozija i bujice. Velike količine leda su se stvarale na visinama od 300 do 1000 metara nadmorske visine. Između dva dalekovodna stupa na vodičima je bilo i 20 tona leda. Ledeno stanje trajalo je tjedan dana. Život se u Gorskom kotaru postupno normalizirao nakon desetak dana.

Ledena kiša okovala je i dio Karlovačke županije. I tu su pucali elektrovodovi i nestajalo struje. Za pogođene dijelove, Ogulin, Plaški, Tounj, Josipdol i Saborsko je proglašeno stanje elementarne nepogode. Vatrogasci su uklanjali led sa krovova.

Zbog težine leda koji se stvorio na drveću i infrastrukturi, drveće je padalo i stabla su pucala, kao i električni vodovi koje je prekrivalo i 10 centimetara leda (*Slika 6.9.-11., Vinter, 2015)*. Glavne su ceste bile neprohodne, a nestanak struje i vode u mnogim kućanstvima utjecao je na svakodnevni život građana te na funkcioniranje javnih institucija i poduzeća. Osim toga, hrvatske su vlasti izvijestile da je oštećeno više od 56.000 hektara šuma, od čega ih je gotovo 10.000 uništeno (Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta).

(Posljedice prema izvješću HOPS-a.)
Prijenosna mreža 110 kV koja se proteže između PrP Rijeka i PrP Zagreb sastoji se od dvije 110 kV veze koje su upetljane i ispresijecane na više mjesta, prema danoj shemi na slici 6.9.-13.:

- Rakitje – Švarča – Moravice – Delnice – Vrata – Vinodol
- Tumbri – Zdenčina – Pokuplje – HE Gojak – Vrbovsko – Vrata – HE Vinodol

Na navedenom području nalaze se mnogi energetski objekti te je osnovna funkcija prijenosne mreže osigurati pouzdano napajanje električnom energijom navedenih objekata što uključuje i distribucijsku mrežu HEP-a. Od energetskih objekata na prijenosnoj mreži koja se proteže navedenim područjem treba istaknuti:

- transformatorske stanice 110/x kV preko kojih se napaja distribucijska mreža HEP-a:
- TS DELNICE, TS VRBOVSKO, TS OŠTARIJE, (TS ŠVARČA)
- hidroelektrane: HE GOJAK, HE LEŠĆE

- elektrovučna postrojenja HŽ-a: EVP VRATA, EVP DELNICE, EVP MORAVICE, EVP OŠTARIJE, EVP ŠVARČA

Važno je istaknuti da značajni poremećaji u visokonaponskoj mreži HOPS-a, poput onih zabilježenih u veljači 2014. godine, imaju ogromne posljedice na cjelokupno društvo i život na navedenom području budući da višestruka istodobna neraspoloživost elemenata u prijenosnoj mreži uzrokuje potpuni energetski kolaps odnosno djelomični raspad elektroenergetskog sustava navedenog područja.

1. veljače 2014. godine
Poremećaj je započeo već u popodnevnim satima 1. veljače 2014. godine, ispadima dalekovoda uslijed puknuća vodiča, pada stabala te rušenja stupova dalekovoda u riječkom području –
DV 110 kV VRATA – HE VINODOL 1 i 2 te DV 110 kV VRATA – DELNICE, čime je cjelokupno područje Gorskog Kotara ostalo napajano s istočne strane prijenosnom mrežom iz smjera Zagreba, preko veza DV Rakitje-Švarča-Vrbovsko i DV Tumbri-Zdenčina-Pokupje-HE Gojak.

2. veljače 2014. godine
U 14:30 dolazi do ispada DV 110 kV HE GOJAK – POKUPLJE zbog puknuća vodiča uslijed nataloženog leda. Ekipa za dalekovode HOPS-a nakon pronalaska mjesta kvara ustanovljuje da će dalekovod biti moguće popraviti tek sutra, zbog nadolazećeg mraka i nedostatka mehanizacije na licu mjesta. U 16:11 dolazi do ispada DV 110 kV ŠVARČA – VRBOVSKO zbog stabala koja su na nekoliko mjesta pala na vodiče dalekovoda uslijed nataloženog leda. Ekipa za dalekovode HOPS-a je upućena na intervenciju te su krenuli s popravkom kvara odmah po dolasku na trasu. Kao posljedica navedenih ispada dolazi do djelomičnog raspada elektroenergetskog sustava na navedenom području te potpunog prekida napajanja električnom energijom sljedećih transformatorskih stanica: TS Oštarije, TS Vrbovsko, EVP Moravice, TS Delnice, HE Gojak i HE Lešće. U 16:54 dolazi do pada portala u EVP Vrata i ispada dalekovoda DV 110 kV VRATA-VRBOVSKO čime su EVP Vrata trajno odsječena od ostatka elektroenergetskog sustava uz prekinute sve 110 kV dalekovodne veze između zagrebačkog i riječkog područja. U 17:23 dolazi do ispada DV 400 kV MELINA – RHE VELEBIT zbog puknuća faznog vodiča. U 19:27 Dispečerski centar MC Zagreb u suradnji s hidroelektranom HE Gojak pokreće otočni rad elektrane kako bi se uspostavilo izvanredno napajanje električnom energijom navedenog područja, do popravka dalekovoda prijenosne mreže. Uz nekoliko prekida, otočnim radom HE Gojak uspješno je vraćeno napajanje postrojenjima TS Oštarije, TS Vrbovsko, EVP Moravice i TS Delnice

3. veljače 2014. godine
U 13:47, nakon popravka dalekovoda DV 110 kV HE Gojak-Pokupje od strane specijalista HOPS-a, vraćeno je napajanje električnom energijom navedenom području gorske Hrvatske sa strane prijenosne mreže. Važno je istaknuti kako se i narednih dana nastavio poremećeni pogon prijenosne mreže HOPS-a kao rezultat posljedica ledene kiše. Najvjerojatniji uzrok povećane pojave kvarova u ovim danima je brzo otapanje velikih količina leda koja su uzrokovala stvaranje kliznih staza i probleme s galopiranjem vodiča dalekovoda. Kvarovi u periodu od 4. do 5. veljače 2014. godine vezani su pretežito uz prijenosnu mrežu najviše naponske razine (400 kV i 220 kV) koji su u kombinaciji s ogromnim oštećenjima i neraspoloživosti prijenosne mreže u Sloveniji rezultirali poremećenim

pogonom elektroenergetskog sustava na međudržavnoj razini. Pravovremenom reakcijom nacionalnih dispečerskih centara HOPS-a i Elektro-Slovenije d.o.o. (ELES) te specijalista HOPS-a na terenu koji su kvarove otklonili u najbržem mogućem roku spriječene su moguće posljedice ogromnih razmjera.

Kvarovi u navedenom periodu nakon ledene kiše dani su kako slijedi:
4. veljače 2014. godine

- 11:48, 12:24, 17:25, 18:30 DV 400 kV TUMBRI – MELINA = višestruki ispadi tijekom cijelog dana
- 13:03 TS MELINA – eksplodirao pol prekidača u vodnom polju VP 400 kV TUMBRI
- DV 400 kV TUMBRI-MELINA u pogonu preko pomoćnih sabirnica.

5. veljače 2014. godine

- 02:15 ispad DV 110 kV Delnice-Moravice i DV 110 kV Moravice-Vrbovsko
- 10:31 Ispad DV 220 kV Mraclin-Brinje

Pogon prijenosne mreže HOPS-a normaliziran je tek u popodnevnim satima 5. veljače2014. godine prestankom pojave kvarova, ali uz trajnu neraspoloživost 110 kV mreže Gorskog Kotara u vidu dalekovoda DV 110 kV VRATA-VINODOL 1 i 2, DV 110 kV VRATA-DELNICE i DV 110 kV VRATA-VRBOVSKO te objekta EVP 110/25 kV VRATA. Navedeni dalekovodi i postrojenje EVP 110/25 kV VRATA pušteni su u pogon tek u narednim mjesecima, zaključno sa studenim 2014. godine.

Tablica 6.9.-10. – Poremećaji u mreži HOPS-a za dane 1. i-2 veljače 2014 godine.

Vrijeme poremećaja	Kvar elementa	Opis poremećaja	Procijenjena financijska šteta [kn]
1.2.2014. 10:57	DV 110 kV DELNICE – EVP VRATA	Srušeno 12 stupova	10.049.517,05
1.2.2014. 17:20	DV 110 kV VINODOL – EVP VRATA 2	Polomljeno 6 stupova	2.531.455,40
1.2.2014. 19:57	DV 110 kV VINODOL – EVP VRATA 1	Oštećeno 28 stupova	7.079.542,00
2.2.2014. 14:30	DV 110 kV POKUPJE – HE GOJAK	Puknuće faznog vodiča uslijed tereta leda	10.000,00 *
2.2.2014. 16:04	DV 110 kV VRBOVSKO – ŠVARČA	Puknuće faznog vodiča uslijed tereta leda i srušenog stabla.	10.000,00 *
2.2.2014. 16:54	DV 110 kV VRBOVSKO – EVP VRATA	Polomljen 1 stup, oštećeno 4 stupova.	853.452,50
2.2.2014. 16:54	EVP VRATA 110/25 KV	Pad portala i oštećen dio opreme vodnih polja u EVP Vrata, postrojenje bez napajanja.	696.470,05
2.2.2014. 17:23	DV 400 kV MELINA – VELEBIT	Puknuće faznog vodiča. Oštećeni vrhovi stupa i zaštitno uže.	575.346,00
SVEUKUPNO			**21.805.783,00**

* procijenjen isključivo ukupni trošak radova, materijala i strojeva HOPS-a

(Posljedice prema izvješću HEP d.d.)
Štete na postrojenjima HEP-a, Elektroprimorje Rijeka i Elektra Karlovac nastale u periodu od 27. siječnja do 05. veljače 2014. godine iznosile su 95 milijuna kuna. Također štete nastale zbog

neisporuke električne energije iznosile su 12 mil. kuna. Iste su uzrokovane ledenom kišom i naslagama leda i do 10 centimetara debljine, kao i padanjem zaleđenog drveća na dijelove mreže. Na području Gorskog kotara oštećena i neraspoloživa bila je cjelokupna 35 kV mreža u duljini od 93 kilometra, 80% nadzemne 20 kV mreže u duljini od 291 kilometra i 50% nadzemne 0,4 kV mreže, približno 180 kilometara. Ukupno je bilo izvan opskrbe električnom energijom približno 10.000 potrošača. Interventno je uspostavljena mreža od 24 dizel agregata ukupne snage približno 6 MW i angažirano 350 montera i drugih radnika iz cijele Hrvatske. Sanacija i rekonstrukcija odvijala se u dvije faze. Prva faza uspostava privremenog režima opskrbe i druga faza rekonstrukcija postrojenja.

Tablica 6.9.-11. – Oštećenja na elektroenergetskoj mreži i troškovi sanacije u Gorskom kotaru.

	oštećenje [%]	oštećenje [km]	šteta [mil. kn]
35 kV	100	93	16
20 kV	80	291	43
0,4 kV	50	180	24
Agregati			2

Proces dovođenja sustava u stanje redovite opskrbe kupaca iziskuje posebne aktivnosti i troškove na angažiranju djelatnika iz drugih distributivnih središta i brigu o njihovom boravku i radu. Također HEP ovisi i o drugim čimbenicima adekvatnosti terena kao što su tvrtke koje osiguravaju prometne koridore, upravljaju korištenjem šuma i drugi.

Popis većih gospodarskih subjekata kojima je prekinuta opskrba el. energijom u 2014. godine uključuje 44 subjekta, većinom pilana, ali i objekta Nacionalnog parka Risnjak, turističke objekte i tvornice. Vjerojatnost za nastanak sličnih ekstremnih vremenskih događaja i posljedično sličnih neželjenih posljedica na elektro-energetsku mrežu je velika.
(Posljedice prema izvješću Hrvatskih šuma d.o.o. Zagreb)
Lomovi dijelova krošnji i stabala, te izvale cijelih stabala u šumama listača i četinjača u Hrvatskoj štete su koje nastaju kao posljedica uobičajenih prirodnih pojava međusobnog djelovanja nepovoljnih i ekstremnih abiotičkih čimbenika/rizika: velikih količina mokrog snijega, leda i jakog nevremena praćenog vjetrovima olujne jačine. Nekada svaki od ovih čimbenika djeluje zasebno, a u nekim godinama, na pojedinim lokacijama, moguća je ugroza od više ili čak svih navedenim rizika zajedno.
Kroz vremenski period od desetak zadnjih godina, na području šuma u Republici Hrvatskoj kojima gospodare Hrvatske šume, u većini uprava šuma podružnica Požega, Bjelovar, Koprivnica, Zagreb, Sisak, Karlovac, Ogulin, Delnice, Senj, Gospić i Buzet, u pojedinim godinama zabilježena su oštećenja na 20.000 do 252.000 m^3 vrijedne drvne mase kao posljedica snijega, leda, vjetrova, dugotrajnih visokih ili niskih temperature, prirodnih rizika koji se, u manjoj ili većoj mjeri, ponavljaju svake godine. Ako se tome dodaju i znatno veća oštećenja po godini od 200.000 do 395.000 m^3 drvne mase od "sušenja šuma" kao posljedica složenog, zajedničkog djelovanja biotičkih rizika (štetni organizmi bilja – bolesti i štetnici bilja) i navedenih abiotičkih, posebice suša i degradacije tla zbog zagađenja, evidentirane na području svih organizacijskih dijelova Hrvatskih šuma, zaključak je da rizik ugroze od ekstremnih vremenskih pojava nije zanemariv.
Iskustvo 2014. godine u kojoj su dvije od šesnaest organizacijskih dijelova Hrvatskih šuma - uprava šuma podružnica s područja Gorskog Kotara: UŠP Delnice i UŠP Ogulin krajem mjeseca siječnja i

početkom veljače ugrožene ledenom kišom koja se u dodiru s tlom, vegetacijom i objektima ledila i Iedom okovala cijeli kraj, pokazalo je da samo jedan rizik: led može izazvati nezabilježene, teško predvidive, ogromne poremećaje i paralizirati cijela zahvaćena područja, s vrlo teškim posljedicama i velikim štetama. Susjedne uprave šuma Gospić i Senj našle su se na rubu izrazito pogođenog ugroženog područja, ali su srećom, kao i većina uprava šuma podružnica u drugim dijelovima Hrvatske, pretrpjele tek sporadična oštećenja i štete, u okviru uobičajenih godišnjih šteta od leda i snijega za zimski period, od 100 m^3 do 3.000 m^3 po šumariji, odnosno ukupno oko 45.000 m^3 oštećene drvne mase od snjegoloma i ledoloma.

Ako se na bar neke aspekte pojava ugroza od pojedinih rizika pravovremenom provedbom promišljenih preventivnih mjera i pripremom raspoloživih resursa može u određenoj mjeri ublažiti negativne posljedice, spriječiti stradanja i umanjiti štete, kad je u pitanju ugroza od leda, planiranje i provedba bilo kakvih preventivnih aktivnosti zaštite nije moguće. Doduše, dobra organiziranost i uvježbanost vlastitih radnih grupa koje u takvim situacijama postaju ekipe zaštite i spašavanja, stalna komunikacija, koordinacija i suradnja sa specijaliziranim snagama i drugim velikim sustavima od značaja za zaštitu i spašavanje u RH (Stožeri zaštite i spašavanja, Vatrogasci, GSS, Hrvatske ceste, HEP, HT i drugi), nesporno imaju vrlo veliki značaj.

Vrijeme neposrednog trajanja ugroze bilo je 7 dana, ali još 14 dana cijelo područje bilo je blokirano, obavljanje redovne djelatnosti šumarstva i uopće funkcioniranje gospodarstva, prometovanje i isporuke robe nisu bile moguće.

Posljedice ugroze od ledenog okova na području šuma kojima HŠ gospodare manifestirale su se kao: izvale i lomovi stabala, te oštećenja krošnji drveća, najviše bjelogorice, od kojih su na skoro 50% debla raskoljena i prelomljena na pola, oko 15% izvaljeno s korijenom, a ostala stabla nemaju veći dio krošnje; na 60% zahvaćenih površina šume su značajno oštećene, a na preostalih 4 % potpuno uništene; ako se šteta hitno ne sanira, štetni organizmi bilja (bolesti i štetnici) prijeći će na zdrava stabla i potpuno uništiti sastojine; štete na šumskim prometnicama i vlakama zbog zakrčenosti oštećenim i porušenim drvećem, neprohodnosti i nedostupnosti područja; štete na šumskim prometnicama zbog njihovog oštećenja uzrokovanih klizištima, oštećenjima i zakrčenjima uzdužne i poprečne odvodnje i oštećenja na planumu prometnica nakon otapanja leda i snijega; nemogućnost obavljanja djelatnosti, odnosno proizvodnja i isporuka robe.

Na području Uprave šuma Podružnice (UŠP) Delnice, šumarija Crni Lug, Delnice, Fužine, Gerovo, Lokve, Mrkopalj, Prezid i Tršće ledom je bilo zahvaćeno područje od oko 71.600 ha, od čega su na površini od 43.000 ha šume značajno oštećene, a na 28.600 potpuno uništene. Procijenjeno je da je samo uništenog drvnog materijala od 1.159.000 m^3, vrijednosti oko 242.000.000,00 kuna. Procjene su da će se naknadno morati sanirati šteta na 7.400 ha sadnjom nove šume i podsadnjom, za što će trebati oko 400.000.000,00 kuna. Procjenjuje se da će izgubljeni volumni prirast zbog posljedica leda u periodu slijedećih 30 godina na istoj površini biti u vrijednosti oko 450.000.000,00 kuna.

Na području Uprave šuma Podružnice Ogulin, šumarija Drežnica, Josipdol i Ogulin, ledom su zahvaćene površine od 3.053 ha. Neposredne štete na oštećenoj ili uništenoj drvnoj masi cijene se na

oko 1.205 m^3 vrijednosti oko 230.000,00 kuna, ali su i znatno veće jer se kroz petnaest do dvadeset dana trajanja ugroze na zahvaćenim područjima nije moglo raditi i nije bilo isporuke robe.
Kao posljedica dugotrajnih, ponavljanih suša na nekom području koje podrazumijevaju pojačano isparavanje vode, može se pojaviti povećano saliniziranje tla, koje se vrlo teško, skupo i dugotrajno sanira.

Iz dopisa HR Šuma ukupna šteta na području Uprave šuma Podružnice Delnice je procijenjena na oko 1.092.230.000,00 kuna. Na području UPŠ Ogulin neposredne štete su procijenjene na 230.000,00 kn.

(Posljedice prema zajedničkom izvješću HEP-a i Dalekovod-projekta d.d.)
Tijekom 1. i 2. veljače 2014. godine velik dio Gorskog kotara zahvatilo je snježno nevrijeme uz istodobnu pojavu kiše koja se ledila u doticaju s tlom i objektima. Ledena kiša i snijeg su se u kombinaciji s vjetrom ubrzo počeli zaleđivati na konstrukciji stupova i užadi dalakovoda, stvarajući izuzetno velika statička opterećenja na stupove. Obzirom na dugotrajnost takvih vremenskih uvjeta, pojedini stupovi su postali znatno preopterećeni, što je uzrokovalo oštećenja konstrukcije stupova (savijanje, torzije, lomove) i užadi te u konačnici ispad dalekovoda.

Tijekom navedenih dana, posebice na užadi, stvoren je ledeni omotač čija je debljina tijekom terenskog očevida, ovisno o mikrolokaciji, iznosila i preko 10 cm (na užetu debljine 16 mm). Ova debljina leda na užetu promjera 16 mm odgovara koeficijentu dodatnog tereta od 9,5 do 39. Dalekovodi pogođeni havarijom projektirani su za ekstremne klimatske uvjete uz pretpostavljeni koeficijent dodatnog tereta od 4 (maksimalna vrijednost prema Pravilniku o tehničkim normativima za izgradnju elektro-energetskih vodova napona od 1 kV do 400 kV).

Kako je stvarni dodatni teret zaleđene užadi bio višestruko veći od maksimalne vrijednosti za koju su dalekovodi projektirani, kao posljedica nastupila je havarija dalekovoda.

Dodatno se može pretpostaviti da je posebice u trenutku prvih oštećenja konstrukcije stupova, dolazilo do otpadanja leda s pojedinog užeta, odnosno odskakanja užeta, što je uzrokovalo dodatne dinamičke sile na konstrukciju ionako već oštećenog stupa.

Izrađen je elaborat procjene šteta i putem nadležnog ministarstva upućen u EU. Troškovi vraćanja opskrbe kupaca privremenim rješenjima i dovođenje istih u konačno stanje procijenjeni su na 55 milijuna kuna. Troškovi ukupnog ulaganja u obnovu mreže procijenjeni su na daljnjih 85 milijuna kuna. Procijenjeno je da 2. veljače cijeli Gorski kotar nije imao struje, a po vraćanju visokonaponske mreže povremeno je bez struje bilo oko 12.000 kućanstava. U tjedan dana uspostavljena je opskrba za oko 90% kupaca.

(Sažetak posljedica prema izvješću Ministarstva gospodarstva, poduzetništva i obrta)
Fondu solidarnosti EU za Republiku Hrvatsku prihvatljiv je i opravdan trošak u iznosu od 135 milijuna EUR (Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta).

Prva procjena direktnih šteta od elementarne nepogode (štete na infrastrukturi, prirodnim zonama i kulturnom dobru) na području Primorsko-goranske, Karlovačke, Sisačko-moslavačke, Zagrebačke i Varaždinske županije iznosi 2,2 milijardi kuna. (Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta).

Prema Ministarstvu gospodarstva, poduzetništva i obrta najveća je šteta na prirodnim zonama (područje Hrvatskih šuma) koja iznosi 1,7 milijardu kuna. Temeljem podataka Hrvatskih šuma šteta je procijenjena na oko 1 milijardu. kuna za UPŠ Delnice i 230 milijuna kuna za UPŠ Ogulin.

Ostali krajevi Hrvatske

Ledena kiša pala je i u Slavoniji, nastali su slični problemi kao i u Gorskom kotaru. Pojava ledene kiše zabilježena je na području Hrvatskog zagorja, Slavonije, Zagreba i Varaždina gdje je bilo bilo zabilježeno i 250 težih ozljeda (prijelomi ekstremiteta, ozljede kralježnice).

Drveće se lomilo, kidalo elektrovodove i dalekovodne stupove. U Zagorju je oko 10% potrošača ostalo bez struje. Šume ipak nisu jače stradale (*DHMZ, 2014, Vol.2*).

3.9.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Procjenjujemo da posljedice na život i zdravlje ljudi prema kategorijama broja poginulih, ozlijeđenih i oboljelih, zbrinutih, evakuiranih i sklonjenih možemo opisati kategorijom "umjerene", prvenstveno kroz broj ljudi koji nisu mogli zatražiti liječničku pomoć zbog neprohodnih prometnica i računajući brojeve ozljeda zbog padova na ledu. Temeljimo ovu procjenu prvenstveno na novinskim izvješćima. Ova brojka od 250 ozlijeđenih u novinskim izvještajima odnosi se na ostale krajeve Hrvatske. Može se pretpostaviti da su ozljede od padova češće u gradskim sredinama gdje su podloge za hodanje skliske i neprilagođene zimskim uvjetima i poledici čemu bi trebalo posvetiti više pažnje. Često su podloge za hodanje skliske i bez dodatne kiše, snijega ili leda. Izvan gradskih središta podloga je uglavnom asfaltna i manje kliska.

Tablica 6.9.-12. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	**X**
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.9.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Za odabrani scenarij energetskog i prometnog kolapsa u gorskoj Hrvatskoj šteta u Primorsko-goranskoj županiji iznosila je 2% državnog proračunskog rashoda, ali i 900% proračunskog rashoda Primorsko-goranske županije (*Tablica 6.9.-9.*). Primorsko-goranska županija prijavila je štetu od 2,6 milijardi kuna pa je odabrana kategorija štete "značajan" za ovaj scenarij.

Tablica 6.9.-13. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.9.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Obzirom da je veći dio štete upravo bio na kritičnoj infrastrukturi (elektroenergetski objekti i promet) od 2 milijarde kuna (*Tablica 6.9.-3.*), ovdje također odabiremo kategoriju štete "značajan". Štete su obuhvaćale štete i na prometnoj infrastrukturi i prekide cestovnog i željezničkog prometa (6,5 milijuna kuna ,*Tablica 6.9.-9.*). Procjenjujemo da nema štete na građevinama od javnog društvenog značaja pa za njih odabiremo kategoriju neznatne.

Tablica 6.9.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.9.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.9.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Ocjena vjerojatnosti za događaj s najgorim mogućim posljedicama temelji se na srednjem godišnjem broju dana s poledicom (*Slika 6.9.-1.*) procijenjenom iz podataka dnevne količine oborine i temperature zraka, na karti šteta na dalekovodnim stupovima uslijed djelovanja vjetra ili leda i kombiniranog djelovanja oba uzroka (*Komorski i dr. 2013.*) (*Slika 6.9.-14.*) kao i na podacima Registra šteta od elementarnih nepogoda Ministarstva financija. Za gorsku Hrvatsku uvjeti za nastanak poledice postoje svake godine (*Slika 6.9.-1.*) što je u klasi iznimno velike vjerojatnosti. Međutim, ne raspolažemo iz podataka mjerenja ni motrenja pojava, podatkom o intenzitetu poledice tako da je teško samo iz meteoroloških podataka procijeniti vjerojatnost nastanka poledice s ovakvim teškim posljedicama kako je u razmatranom scenariju. Razmatranjem događaja iz Registra šteta o poledici, snijegu i ledu za koje je postojala prijavljena šteta, procjenjujemo da je za područje gorske Hrvatske ovakve teže događaje vjerojatno očekivati jednom u 2-20 godina tj. s umjerenom vjerojatnošću

(*Tablica 6.9.-2.*). U 19 godina šteta od leda prijavljena je 6 puta, što je na razini jednom u 3-4 godine. Međutim, znatne štete izazvao je samo jedan događaj pa predlažemo da vjerojatnost za ovaj događaj bude u kategoriji "mala"“.

Dodatnu informaciju o vjerojatnosti za ovaj scenarij dobivamo iz analize 67 projekta saniranja havarija na čelično rešetkastim konstukcijama dalekovodnih stupova napona 35 kV do 400 kV u 32-godišnjem razdoblju 1979.–2010. koji su na karti (*Slika 6.9.-14.*), Komorski, 2011) prikazani prema uzrocima havarija - havarije uzrokovane zbog djelovanja leda, zbog djelovanja vjetra te zbog kombiniranog djelovanja vjetra i leda. Naznačena je također i jačina šteta na stupovima: od malo oštećenog zateznog stupa do srušenog ili jako oštećenog nosivog stupa. Najveće štete samo od leda najčešće su na području Goskog kotara oko Parga (24 oštećena stupa) gdje je i bio centar događaja s najgorim posljedicama iz ove analize, zatim oko Plitvica (14 stupova) i Zavižana (5 stupova) te oko Siska (70 stupova).

Štete od kombiniranog djelovanja vjetra i leda zabilježene su duž obale i zaleđa, ali i u istočnoj Hrvatskoj. Na području Kvarnera zabilježeno je 29 oštećenja, u Velebitskom zaleđu oko 144 oštećenja, Biokovo i zaleđe Biokova 67 oštećenja. Interesantno je područje iznad Makarske s 3 situacije s oštećenjima. Obzirom da je ovo jug Hrvatske, pretpostavljamo da bi ova oštećenja mogla biti povezana i s većim vodenim površinama u okolici (Hutovo blato i Deranjsko jezero) što vrijedi i za sve tri lokacije u istočnoj Hrvatskoj mada za ovo nemamo dovoljno precizne podatke. Svakako bi vrijedilo obratiti pažnju u budućnosti.

Od ukupno 67 analiziranih projekata sanacije havarija u njih 8 je kao razlog havarije naveden led (prosječno jednom u 4 godine) što je u skladu i s procjenom vjerojatnosti na temelju prijavljenih šteta. Ističu se gorska Hrvatska, okolica Delnica i Plitvičkih jezera, okolica Otočca i područje oko Siska i Sunje. Značajnije štete na dalekovodima nastale su kombiniranim djelovanjem snijega i vjetra koje je uzrokovalo štetu u 33 događaja na različitim lokacijama. Ističu se područja sjeverno i južno od Sv. Roka na Velebitu i makarsko područje. Detaljnija analiza šteta po godinama pokazuje da su se ovi događaji desili u 10 od analizirane 32 godine.

Tablica 6.9.-16. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51 - 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.9.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Nepouzdanost

DHMZ je u procjeni rizika nadležan i stručan za ocjenu vjerojatnosti prirodne nepogode, u ovom slučaju nepogode uzrokovane snijegom i ledom i za to raspolaže stručnjacima, meterolozima.
DHMZ nije nadležan niti ima stručnjake za prikupljanje i analizu podataka o štetama niti stručnjake za izradu procjene rizika, a postojeći stručnjaci ne posjeduju dovoljno znanja o osmišljavanju i primjeni metodologije, ranjivostima i otpornosti ljudi i imovine te izračun mogućih šteta koje može uzrokovati ova prijetnja.

Meterološki podaci mjerenja visina snijega postoje i vrlo su niske nepouzdanosti. Podaci motrenja poledice su visoke nepouzdanostio tako da je procjena poledice napravljena posredno iz podataka temperature zraka i količine oborine. Podaci koji su ključni za ocjenu rizika od leda na električnim vodičima ne postoje, a ključni su za ocjenu rizika od leda za elektro-sustave.
Podaci o štetama iz Registra šteta Ministarstva financija nisu bili pripremljeni u obliku baze podataka i razdoblje za koje su bili raspoloživi je prekratko za pouzdaniju pouzdanost procjene.

U ovom dijelu procjene poteškoća je bila definirati kriterij po kojem padanja snijega izaziva i rizik za RH. Primjerice, da li je to određena visina snijega, ili uzastopni broj dana sa snijegom, količina koja se izuzetno rijetko očekuje i sl. Stoga je kao glavni kriterij za ocjenu vjerojatnosti prirodne nepogode korišten registar šteta Ministarstva financija i izvještaji o štetama na energetskim sustavima, šumama i sl.

Rangiranje županija po procjeni rizika od snijega i leda smatramo da je niske nepouzdanosti, odnosno, realno je ocjenjeno u kojim županijama je rizik najveći, a gdje najmanji. Međutim usporedivost i rangiranje pojedinih rizika smatramo da je vrlo visoke nepouzdanosti zbog nejednake metodologije ocjene vjerojatnosti događaja i nepotpunih podataka o štetama. Primjerice vrlo visok rizik od snijega i leda vrlo vjerojatno je manji od vrlo visokog rizika od poplave.

Tablica 6.9.-17. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**	**X**	**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.9.4. POPIS LITERATURE

1. AZO, Istraženost bioraznolikosti u nacionalnim parkovima i parkovima prirode http://bioloska.azo.hr/viewer.htm
2. AZO, CORINE land cover 2012. AZO WMS
3. Dalekovod projekt, 2014. Izvještaj o pregledu dDV2x35 kv Vrata – Drvenjača.
4. DGU geoportal Ceste, željezničke pruge http://geoportal.dgu.hr
5. DHMZ (2006) Meteorološka podloga za potrebe procjene ugroženosti civilnog stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara na području Hrvatske.
6. DHMZ (2011) Zaninović K, Gajić-Čapka M, Perčec Tadić M, Sokol Jurković R: Meteorološka podloga za nacionalne dodatke u hrvatskim normama niza HRN EN 1991. Opterećenja snijegom. Verzija 2.
7. DHMZ (2014) Meteorološki i hidrološki bilten. Vol 02.
8. DHMZ, Klima Hrvatske, http://klima.hr/klima.php?id=k1
9. Dopis HRVATSKE ŠUME d.o.o. Zagreb dostavljen DHMZ-u.
10. DP2015, Državni proračun 2015, Opći dio.xsls http://www.mfin.hr/adminmax/docs/Opci%20dio.xls Ministarstvo financija RH.
11. DZS, Popis stanovništva 2011. http://www.dzs.hr/
12. EUpress http://europa.eu/rapid/press-release_IP-14-948_hr.htm. 27. kol 2014.
13. Opterećenja snijegom: HRN EN 1991-1-3:2012/NA:2012
14. Komorski, A., Skejić, D., Dujmović, D. (2013). Reliability assessment of overhead transmission line towers in the Republic of Croatia. Tehnički Vijesnik, 20, 381–390.
15. Komorski A. (2011) Pouzdanost nosivih dalekovodnih stupova, Magistarski rad, Građevinski fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
16. Ministarstvo gospodarstva, poduzetništva i obrta http://www.mingo.hr/page/ministarstvo-gospodarstva-predalo-sluzbenu-prijavu-fondu-solidarnosti-eu-za-naknadu-steta-zbog-ovogodisnje-elementarne-nepogode
17. Mirošević G. 2015. Dalekovod-projekt d.o.o. mail s pregledom šteta na području Skrada u veljači 2014. U prilogu smo primili Pogon_Skrad.ppt (autor je dr.sc. Vitomir Komen, HEP ODS d.o.o. Elektroprimorje Rijeka) i Pregled stanja i aktivnosti na sanaciji elektroenergetske mreže pogona Skrad (.doc, HEP-Operator distribucijskog sustava d.o.o., Elektroprimorje Rijeka).
18. Vinter S. 2015. DALEKOVOD-PROJEKT d.o.o. Zagreb (Sanja Vinter, Mario Križić) Izvještaji Elektroprimorja Rijeka o havarijama na elektoprijenosnom sustavu u veljači 2014. i fotografije naslaga leda.
19. Zaninović K (ur.), Gajić-Čapka M, Perčec Tadić M, Vučetić M, Milković J, Bajić A, Cindrić K, Cvitan L, Katušin Z, Kaučić D, Likso T, Lončar E, Lončar Ž, Mihajlović D, Pandžić K, Patarčić M, Srnec L, Vučetić V (2008) Klimatski atlas Hrvatske / Climate atlas of Croatia 1961-1990, 1971-2000. Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb
20. HNB Preračun EUR<->HRK po srednjem tečaju HNB-a na dan 16.1.2015. 7,676612
21. EU Commision 2010. commission staff working paper Risk Assesment and Mapping Guidelines for Disaster Management

3.10. *Suša*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

6.10.1. OPIS SCENARIJA

6.10.1.1. Naziv scenarija, rizik, radna skupina

Naziv scenarija
Suša na području Osječko-baranjske županije
Grupa rizika:
Suša
Rizik:
Suša
Radna skupina
***Koordinator**:*
Ministarstvo poljoprivrede
***Glavni nositelj**:*
Ministarstvo poljoprivrede – Uprava za poljoprivredno zemljište, biljnu proizvodnju i tržište
***Glavni izvršitelj**:*
Ministarstvo poljoprivrede – Uprava za poljoprivredno zemljište, biljnu proizvodnju i tržište Državni hidrometeorološki zavod

6.10.1.2. Uvod

Suša je prirodna pojava, elementarna nepogoda koja je primarno vezana uz deficit oborine kroz dulje vremensko razdoblje u odnosu na prosječne oborinske prilike na određenom području. Sušu definira i povećana temperatura zraka u odnosu na prosječne temperaturne prilike na određenom području. Ona predstavlja kompleksan proces koji uključuje različite faktore za određivanje rizika i osjetljivosti na sušu. U usporedbi s drugim prirodnim nepogodama, na primjer poplavama, suša se relativno sporo razvija, dugo traje, i teško je odrediti njezin vremenski početak i kraj. Stoga i ne postoji univerzalna definicija suše. Posljedice suše ogledaju se gotovo u svim aspektima života kod ljudi, biljaka i životinja. Manjak oborine se može pojaviti tijekom tjedana, mjeseci ili godina što može imati za posljedicu smanjenje površinskih i podzemnih zaliha vode, odnosno smanjenje protoka vode u vodotocima te razine vode u jezerima i u podzemlju, uzrokujući hidrološku sušu. Pored hidrološke suše i kratkoročni manjak oborine u vegetacijskom razdoblju može uzrokovati nedostatak vode u tlu (zasušenje) koja je potrebna za razvoj biljnih kultura te biljke zaostaju u rastu i razvoju što se u konačnici odražava smanjenjem prinosa i nestabilnošću biljne proizvodnje. Osim nedostatka oborine, kad dođe do povećanja temperature zraka (zatopljenje) kod biljke se javlja povećana potreba biljke za vodom.

Pojava suše (zasušenje i zatopljenje) u biljnoj proizvodnji naziva se agronomska suša. Agronomska suša se može pojaviti u sva četiri godišnja doba i imati posljedice na opskrbu biljke vodom. Kada je zima bez oborine (kiša, snijeg ili pojava suhog snijega), ne stvara se zaliha vode u tlu. U vrijeme suhog proljeća i uz pojavu vjetrova isušuje se površinski sloj tla, te jare kulture ne mogu pravodobno i kvalitetno nicati. Tijekom jeseni, nedovoljno oborina usporava razvoj ozimih kultura. Kada suša nepovoljno utječe na raspoložive zalihe vode i posljedično na opskrbu vodom radi zadovoljavanja ljudskih i gospodarskih i kulturnih potreba, tada je riječ o socijalno-ekonomskoj suši.

Opažene klimatske promjene upućuju na osušenje u Sredozemlju, kojemu pripada i dio Hrvatske, osobito u ljetnim mjesecima. Osim smanjenja oborine prisutno je i povećanje temperature zraka koje doprinosi negativnom učinku suše. Nadalje, klimatski scenariji za Hrvatsku prema kraju 21. stoljeća ukazuju na moguće smanjenje ukupne količine oborine u tri sezone (proljeće, ljeto i jesen), prvenstveno u priobalnoj, južnoj i gorskoj Hrvatskoj (*MZOIP, 2014*). Zbog toga predviđanje suša i njihovih posljedica postaje sve složenije.

Osnovni zadatak suvremene poljoprivredne proizvodnje je postizanje visokih i kvalitetnih prinosa gajenih biljaka. Time, s jedne strane, poljoprivredni proizvođač ostvaruje rentabilnu proizvodnju i dobit, a s druge strane to pridonosi povećanju ukupnog fonda hrane koja sve više postaje strategijska sirovina današnjeg svijeta.

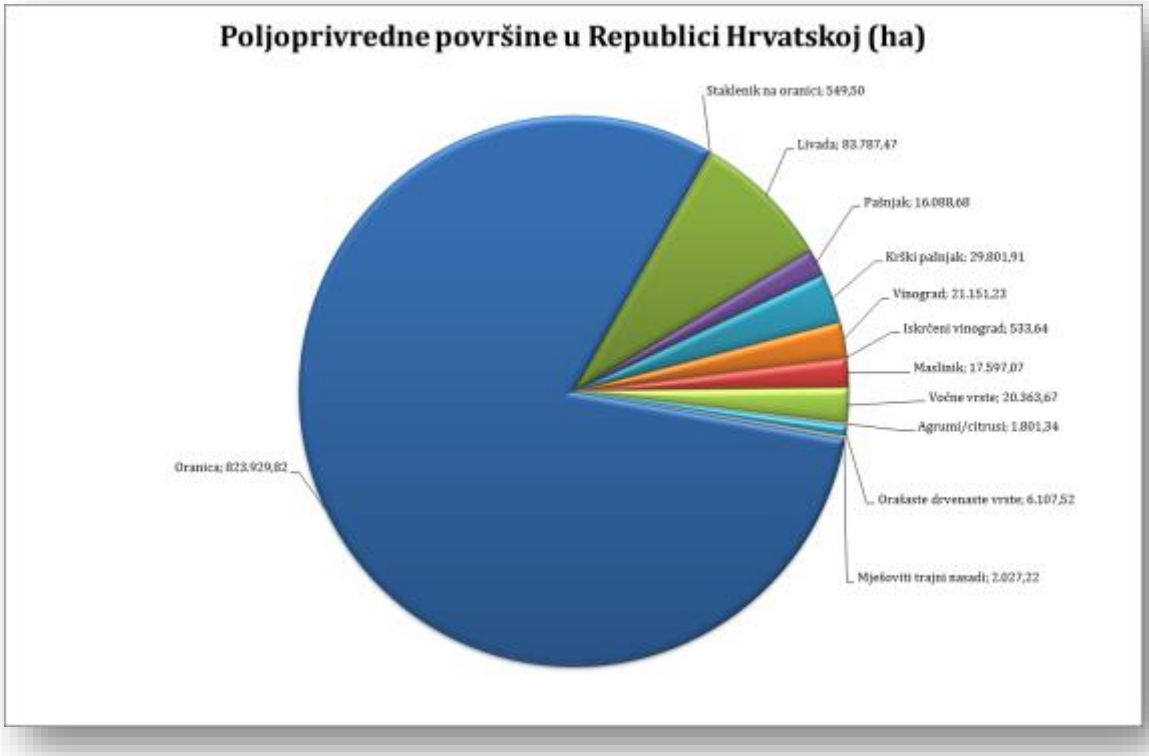
6.10.1.3. Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

6.10.1.4. Kontekst

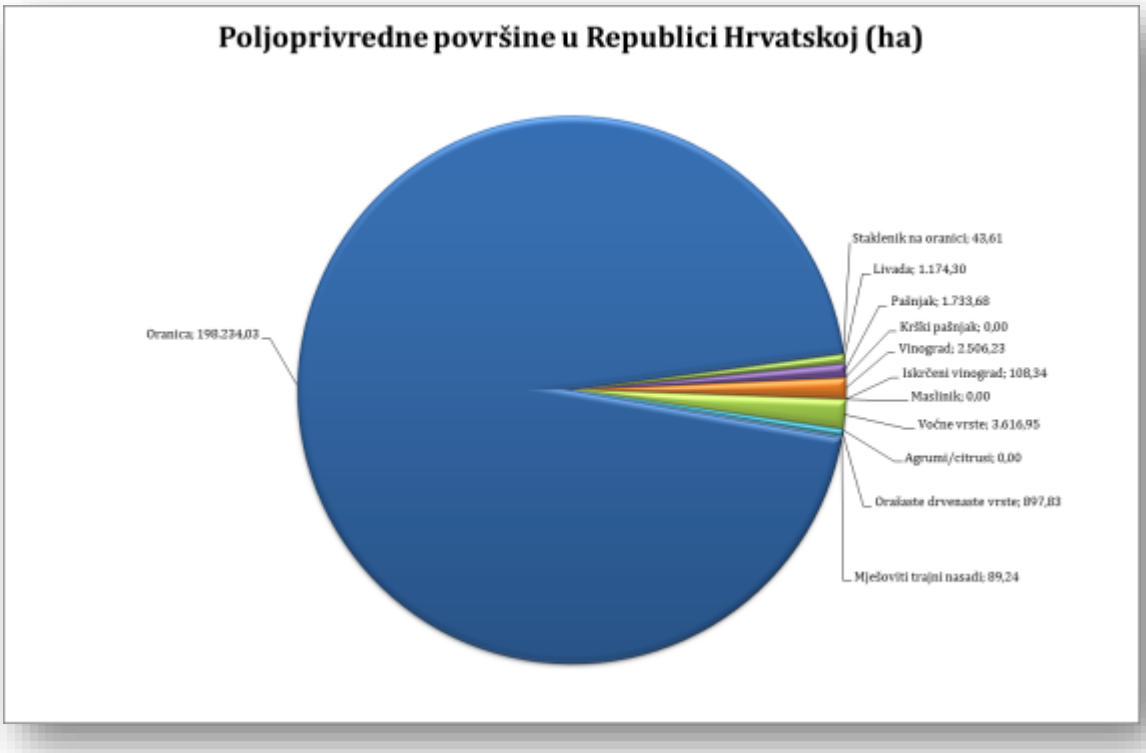
Slika 6.10.-1. – Osječko – baranjska županija

Osječko-baranjska županija je kontinentalna županija u Panonskoj nizini na sjeveroistoku Hrvatske, smještena na površini od 4.152 km^2 na plodnom tlu Panonske nizine između rijeke Save, Drave i Dunava (*Slika 6.10.-1.*). Područje Županije pretežito je ravničarsko i pogoduje razvitku poljoprivrede. Mogućnosti za ekonomski razvitak i poboljšanje uvjeta življenja na području Osječko-baranjske županije nalaze se u prirodnim resursima, očuvanom okolišu, relativno nezagađenom tlu, bogatstvu vodotokova, umjerenoj klimi što omogućava bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta, kako u prirodi (poznate slavonske šume), dobrom zemljopisnom položaju, izgrađenosti infrastrukture i napose u ljudskom potencijalu. Svoj gospodarski razvitak Županija temelji na poljoprivredi, i prehrambenoj industriji, ali i obrtu, zanatstvu, prometu, drugim granama industrije i turizmu. Tradicionalna poljoprivredna proizvodnja i prateća preradbena industrija pripadaju najznačajnijim gospodarskim granama u Osječko-baranjskoj županiji.



Slika 6.10.-2. – Poljoprivredne površine po kategorijama korištenja za područje Republike Hrvatske (ha)

(Izvor: APPRRR, na dan 16. listopada 2014. godine.)



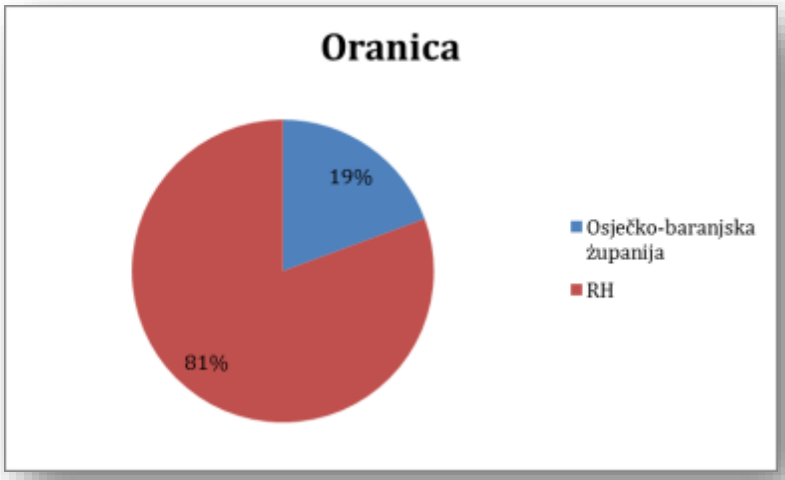
Slika 6.10.-3. – Poljoprivredne površine po kategorijama korištenja za područje Osječko-baranjske županije (ha)

(Izvor: APPRRR, na dan 16. listopada 2014. godine.)

Od ukupnih poljoprivrednih površina za cijelu Republiku Hrvatsku (RH) prema podacima Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju (APPRRR) iz 2013. godine (*Slika 6.10.-2.*), najveći udio predstavljaju oranice kojih ima 820.650,84 ha i livade 84.433,80 ha, zatim krški pašnjaci 22.771,06 ha, vinogradi 21.184,45 ha, voćne vrste 20.833,77 ha, pašnjaci 18.890,95 ha, maslinici 17.276,12 ha, orašaste drvenaste kulture 5.041,57 ha, ostalo zemljište 2.615,60 ha, miješani trajni nasadi 1.947,04 ha, citrusi 1.603,64, staklenici/plastenici 535,66 ha, te trajni travnjaci 0,27 ha. Ukupna poljoprivredna površina RH iznosi 1.017.784,75 hektara.

Od ukupnih poljoprivrednih površina Osječko-baranjske županije (OBŽ) prema podacima APPRRR iz 2013. godine (Grafikon 2.), najveći udio predstavljaju oranice kojih ima 198.110,56 ha i voćne vrste 3.708,80 ha, zatim vinogradi 2.528,22 ha, pašnjaci 2.001,05 ha, livade 1.173,05 ha, orašaste drvenaste kulture 757,55 ha, ostalo zemljište 75,67 ha, miješani trajni nasadi 72,06 ha, te staklenici/plastenici 41,54 ha. Ukupna poljoprivredna površina OBŽ iznosi 208.468,51 hektara.

Uvidom u podatke o strukturi poljoprivrednog zemljišta s cjelokupnog područja RH i cjelokupnog područja OBŽ (*Slika 6.10.-4.*), razvidno je kako je površina oranica u RH 820.650,84 ha, a od toga se sastoje oranice OBŽ s udjelom od 24,14%. Prema Zakonu o poljoprivrednom zemljištu (*„Narodne novine", broj 39/2013.*), kao i prema svim zakonskim aktima o zemljištu, oranice su poljoprivredne površine koje se uz gospodarski opravdane troškove često privode poljoprivrednoj proizvodnji. Zbog toga se poljoprivredno zemljište mora održavati pogodnim za poljoprivrednu proizvodnju, te se mora provoditi zaštita takvog poljoprivrednog zemljišta od raznog oštećenja u prirodi.



Slika 6.10.-3. – Poljoprivredne površine oranica za područje Osječko-baranjske županije i Republike Hrvatske(%)

Proljetna i jesenska sjetva 2013. godine na površinama Osječko-baranjske županije

Sjetva je jedna od najvažnijih agrotehničkih mjera u biljnoj proizvodnji. Greške učinjene u sjetvi su nenadoknadive i kasnije se ne mogu ispraviti. Prilikom sjetve treba obratiti pozornost na izbor sorte, kvalitetu sjemena, vrijeme, način i dubinu sjetve, količinu sjemena za sjetvu i sklop. Kako je vidljivo iz Tablice 6.10.-1. proljetna sjetva je obavljena na 126.200 ha. U strukturi plana proljetne sjetve i dalje najviše učešća ima kukuruz merkantilni sa 59,4%, zatim soja sa 12,7%, šećerna repa sa 9,5%, te suncokret sa 9,5%. Na poljima Osječko-baranjske županije jesenska sjetva, kako je vidljivo iz Tablice 6.10.-2., obavljena je na površini od 67.000 ha. Pšenicom je zasijano 50.000 ha, ječmom 10.000 ha, a uljanom repicom 5.000 ha.

Tablica 6.10.-1.- Struktura proljetne sjetve po kulturama u 2013. godini

Kultura	Zasijano (ha)	% u sjetvi
Kukuruz merkantilni	75.000	59,4
Kukuruz sjemenski	4.000	3,2
Šećerna repa	12.000	9,5
Soja	16.000	12,7
Suncokret	12.000	9,5
Jare žitarice	3.000	2,4
Povrće	2.000	1,6
Ostale kulture	1.700	1,3
Krmno bilje novo	500	0,4
UKUPNO	**126.200**	**100**

Izvor podataka: Županijska komora Osijek, Odsjek za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo

Tablica 6.10.-2.- Kulture i površine u jesenskoj sjetvi u 2013. godini

KULTURA	Zasijano
Pšenica	50.000
Ječam	10.000
Zob	1.000
Ostale ozime žitarice	500
Uljana repica	5.000
Krmno bilje (novo)	500
UKUPNO	**67.000**

Izvor podataka: Županijska komora Osijek, Odsjek za poljoprivredu, prehrambenu industriju i šumarstvo

Voćarstvo i vinogradarstvo u Osječko-baranjskoj županiji

U Osječko-baranjskoj županiji obzirom na klimu i tlo postoje optimalni uvjeti za proizvodnju voća i grožđa. Budući da je proizvodnja voća i grožđa znatno profitabilnija u odnosu na ratarsku proizvodnju te da još uvijek prevladava usitnjenost obiteljskih gospodarstava s malim poljoprivrednim površinama nedostatnim za profitabilnu ratarsku proizvodnju, nameće se potreba za povećanjem površina zasađenih voćnjacima i vinogradima. Uz navedeno, Republika Hrvatska ima veoma povoljne prirodne uvjete te dugu tradiciju za gajenje dugogodišnjih nasada (voćnjaka i vinograda). Raznolikost prirodnih čimbenika, autohtonost pojedinih vrsta i sorata, posebno sorata vinove loze čine ovu proizvodnju posebnom i prepoznatljivom te u svijetu moguće konkurentnom.

Tablica 6.10.-3. – Površine voćnjaka i vinograda u Republici Hrvatskoj i Osječko-baranjskoj županiji

Kultura	Republika Hrvatska	Osječko-baranjska županija
Voćnjaci	31.349	4.810
Vinogradi	34.000	2.482
Ukupno	**65.349**	**7.297**

U Osječko-baranjskoj županiji od višegodišnjih nasada najviše ima rodnih stabala jabuka 633.609. Od tog ukupnog broja u vlasništvu obiteljskih gospodarstva nalazi se rodnih stabala 355.460, što predstavlja 56,1%. Prosječan prirod po rodnom stablu je iznosio 9,2 kg. Na drugom mjestu po zastupljenosti su šljive. Rodnih stabala šljiva ima ukupno 506.537, a od tog ukupnog broja 501.494 ili 99,0% nalazi se u vlasništvu obiteljskih gospodarstava. U Tablici 6.10.-3. prikazane su površine voćnjaka i vinograda u Republici Hrvatskoj i Osječko-baranjskoj županiji.

Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj

S obzirom na prirodne potencijale Republike Hrvatske, a to su povoljna umjerena klima, kvalitetna tla i bogati vodni resursi, navodnjavanje se ne provodi u onolikoj mjeri kolike su stvarne mogućnosti, važnost i potrebe. Prema zadnjem službenom popisu poljoprivrede (*Državni zavod za statistiku 2003*), u RH se 2003. godine navodnjavalo 9.275 ha od 1.077.403 ha korištenih poljoprivrednih površina (3.137.114 ha raspoloživih poljoprivrednih površina), dakle samo 0,86%. Tijekom iste godine, proglašena je elementarna nepogoda – suša, koja je kao posljedicu imala štetu od cca 4 milijarde kuna.

Posljedice suše se, uz velike financijske štete (procjena smanjenja uroda kultura i do 90%), očituju i kroz negativnu vanjskotrgovinsku razmjenu te nisku konkurentnost domaće proizvodnje tako da je navodnjavanje zasigurno jedna od izuzetno važnih mjera i potreba kojima se te štete mogu smanjiti, a u određenim okolnostima i potpuno izbjeći. Agronomski stručnjaci koji se bave navodnjavanjem i odvodnjom su 2003. godine predložili Vladi Republike Hrvatske izradu Nacionalnog projekta navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV), što je i prihvaćeno te je u 2005. godini usvojen strateški dokument – Nacionalni projekt

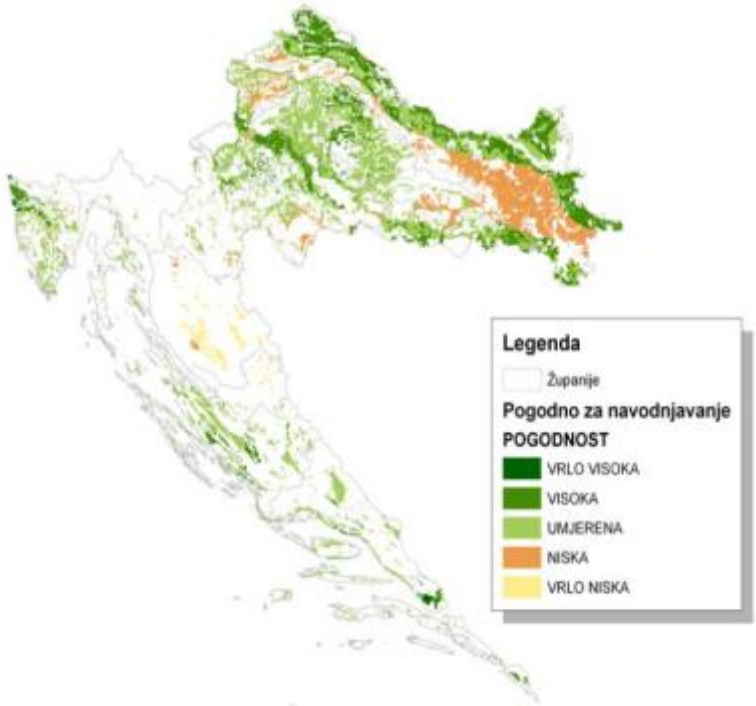
navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV, 2005) u kojem su sudjelovala 43 domaća stručnjaka i 2 međunarodna konzultanta.

Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije

Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije je usvojen 2006. godine, sukladno definiranim kratkoročnim ciljevima NAPNAV-a. Prema zadnjem službenom popisu poljoprivrede, u OBŽ se 2003. godine navodnjavalo 2.468 ha od 184.094 ha korištenih poljoprivrednih površina (277.849 ha raspoloživih poljoprivrednih površina), dakle 1,3% (*Slika 7.10-4.*). Plan navodnjavanja je obradio sadašnje i buduće stanje pogodnosti i uređenosti tala, potencijala vodnih resursa, klimatskih čimbenika, okvirnih potreba za vodom za navodnjavanje te, uz definiranje ograničenja (zaštićena prirodna područja, minski sumnjiva područja, zone I i II sanitarne zaštite vode za piće i sl.), ekoloških uvjeta i usklađivanja s prostornim planom došlo se do slijedećih podataka:

- Ukupno pogodna tla za navodnjavanje (P1 – P3) u budućem stanju iznose 223.830 ha (nakon primjene agro i hidro mjera poboljšanja tla u odnosu na sadašnjih 150.769 ha).
- Ukupna raspoloživa količina vode u budućem stanju iznosi 223.800.000 m^3/god. u odnosu na sadašnjih 135.500.000 m^3/god. (rijeke Drava i Dunav, postojeće i planirane brdske višenamjenske akumulacije, prirodni i umjetni vodotoci te podzemne vode) od čega je procijenjena potreba za vodom u vegetacijskom periodu prosječne godine 1.900 m^3/ha, a u sušnoj godini oko 2.700 m^3/ha.

Razvidno je da nedostaje vode da bi se navodnjavale pogodne površine u sadašnjem i budućem stanju, pa je Planom navodnjavanja Osječko-baranjske županije zaključeno da je realno u sadašnjem stanju navodnjavati cca 20.000 ha do 2020. godine, a u budućem i više uz realizaciju velikih višenamjenskih hidrotehničkih objekata za potrebe osiguranja dodatnih količina vode npr. višenamjenski objekti hidroelektrane Osijek.



Slika 6.10.-4. – Karta pogodnosti tala za navodnjavanje (Izvor: NAPNAV, 2005.)

Ukupne poljoprivredne površine u Županiji iznose 208.468,51 ha od čega se oko 81% koristi kao oranične površine. Prema strukturi vlasništva, oko 60% površina nalazi se u vlasništvu poljoprivrednih obiteljskih gospodarstava, a prosječna veličina posjeda iznosi 2,9 ha. U strukturi sjetvenih površina prevladavaju žitarice, industrijsko bilje i krmno bilje. Proizvodni kapaciteti u primarnom dijelu poljoprivrede svrstavaju Osječko-baranjsku županiju u najkvalitetniji

dio hrvatske žitnice, te područje županije predstavlja jedno od najintenzivnijih područja biljne poljoprivredne proizvodnje u Republici Hrvatskoj.

Od ukupne površine županije poljoprivredne površine čine 58%, a šume 20%. Obradive poljoprivredne površine na području Županije omogućuju intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju, kao i proizvodnju po ekološkim načelima.

Radi unaprjeđenja poljoprivrede na području Osječko-baranjske županije od 2004. godine pokrenuto je niz projekata kojima je bio cilj pomoći poljoprivrednim proizvođačima koji ulažu u biljnu proizvodnju, u navodnjavanje, u podizanje dugogodišnjih nasada, u proizvodnju mlijeka, jaja i mesa, kao i onima koji imaju druga ulaganja što u konačnici predstavljaju investicije u razvoj i unaprjeđenje poljoprivredne proizvodnje.

Za praćenje meteorološke suše postoji veliki broj indeksa, a u praksi se uglavnom koristi standardizirani oborinski indeks (eng. Standardized Precipitation Index, SPI) na različitim vremenskim skalama i to najčešće za 1, 3, 6, 9, 12 i 24 mjeseci. Taj se indeks, prema preporuci Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 2012), od 2009. godine službeno primjenjuje u Državnom hidrometeorološkom zavodu (*DHMZ, http://meteo.hr/*) za praćenje sušnih i kišnih uvjeta na 25 glavnih meteoroloških postaja.

Za proračun vrijednosti SPI koriste se samo podaci količine oborine. Za pojedinu skalu potrebno je sumirati ukupnu količinu oborine za svaki mjesec unazad n mjeseci, ovisno o duljini vremenske skale koja se promatra. Tako dobivenim nizovima prilagođava se teorijska gama razdioba za čiji proračun se koristi 40-godišnje razdoblje (1961.– 2000.). Dobivena teorijska kumulativna funkcija vjerojatnosti razdiobe količina oborine se potom transformira u normalnu razdiobu sa srednjakom nula i standardnom devijacijom jedan. Dobivena vrijednost je standardizirani oborinski indeks i predstavlja odstupanje izraženo standardnom devijacijom. Negativne vrijednosti SPI označavaju količine oborine manje od medijana i ukazuju na sušne prilike. Jačina suše ovisi o vrijednosti indeksa na sljedeći način (*McKee i dr. 1993.*):

-1.49 < SPI < -1	umjereno suho
-1.5 < SPI < -1.99	vrlo suho
SPI > -2	ekstremno suho

Ovaj indeks omogućuje procjenjivanje početka i završetka suše kao i njezinu jačinu. Sušno razdoblje za pojedinu vremensku skalu se određuje iz niza pripadnih vrijednosti SPI tako da se odredi prva vrijednost manja od -1. Neprekidni niz negativnih vrijednosti (SPI < 0) određuje duljinu sušnog razdoblja koje završava kada SPI poprimi vrijednost veću ili jednaku nuli. Magnituda pojedinog sušnog razdoblja predstavlja sumu pripadnih vrijednosti SPI unutar tog razdoblja.

6.10.1.5. Uzrok

Suša rijetko izaziva brze i dramatične gubitke u ljudskim životima, ali zahvaća biljni i životinjski svijet te može imati značajan utjecaj na ekosustav. Dovodi do pada prihoda proizvođača, smanjenja ukupnog fonda hrane, velikih poremećaja na tržištu poljoprivrednih proizvoda čak i do pojave gladi osobito kod životinja. Također, suša može uzrokovati i pojavu šumskih požara u ljetnim mjesecima. Prema podacima Državnog povjerenstva za procjenu šteta od elementarnih nepogoda u razdoblju 1981-2012. (DPŠŠN, 2013.), u Hrvatskoj suša uzrokuje najveće ekonomske gubitke od svih elementarnih nepogoda (44%). Osobito je ugrožen poljoprivredni sektor u kojemu se smanjenje uroda uzrokovano sušom, ovisno o intenzitetu i duljini trajanja, kreće od 20% do 90%. U godinama kada su najveće suše pogodile RH (2000., 2003., 2007., 2011. i 2012.) štete su iznosile 70% do 90% od ukupno prijavljenih šteta u pojedinoj godini. Prema karti na slici 7.10-4. u Hrvatskoj je osjetljivost poljoprivredne proizvodnje na sušu najveća duž obale sjevernog Jadrana, a naročito u srednjoj i južnoj Dalmaciji. Međutim, obzirom na nizak udjel navodnjavanih poljoprivrednih površina (1,4% u odnosu na obradive poljoprivredne površine) i istočni dio Hrvatske također se može smatrati izrazito ugroženim područjem.

Prema Köppenovoj klasifickaciji klime, koja uvažava bitne odlike srednjeg godišnjeg hoda temperature zraka i količine oborine, Osječko-baranjska županija ima umjereno toplu kišnu klimu sa srednjom mjesečnom temperaturom najhladnijeg mjeseca višom od -3°C i nižom od 18°C. Najtopliji mjesec ima srednju temperaturu zraka nižu od 22°C, a više od četiri mjeseca u godini imaju srednju temperaturu zraka višu od 10°C. Tijekom godine nema izrazito suhih mjeseci, a mjesec s najmanje oborine je u hladnom dijelu godine (veljača). Od ukupne prosječne godišnje količine (684 mm) 57% padne u toplom dijelu godine (travanj-rujan), a 43% u hladnom dijelu (listopad-ožujak). Prosječno je variranje mjesečnih količina oborine od godine do godine relativno veliko s najvećom promjenljivosti u listopadu (73%), a najmanjom u travnju (50%) (*DHMZ, 2013; Cvitan, 2014*).

Sušu primarno uzrokuje deficit oborine u odnosu na prosječne oborinske prilike kroz kraće ili dulje vremensko razdoblje. Njezine posljedice ovise o tome u kojem dijelu godine se taj deficit javlja (npr. vegetacijsko razdoblje za biljke i sl.) i koliko dugo traje.

U skladu sa Zakonom o zaštiti od elementarnih nepogoda i Metodologijom za procjenu štete od elementarnih nepogoda (*„Narodne novine", broj 96/1998.*), elementarna nepogoda može se proglasiti za štete koje su uzrokovane elementarnim nepogodama, a koje su nastale kao izravna (direktna) šteta. Izravna šteta je šteta koja je neposredno nanijeta sredstvu odnosno dobru i utvrđuje se za sljedeće skupine dobara: građevine, opremu, zemljišta, dugogodišnje nasade, šume, stoku, obrtna sredstva, ostala sredstva i dobra.

Za ostvarivanje pomoći iz Državnog proračuna potrebno je da jačina, opseg i posljedica prelaze mogućnost lokalne samouprave da ih sama ukloni, da je poremećeno obavljanje gospodarske djelatnosti i odvijanje života uopće, da je elementarna nepogoda umanjila prinose pojedinih kultura za preko 30% po ha prema trogodišnjem prosjeku, da je potvrđena vrijednost ukupne štete veća od 20% proračuna jedinice lokalne samouprave za prethodnu godinu i da je vrijednost štete potvrđena.

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

Poljoprivredna proizvodnja je proizvodnja koja najviše ovisi o klimatskim uvjetima, a pouka iz katastrofalne suše iz 2003. godine, kao i u 2011. i 2012. godini je činjenica da je navodnjavanje poljoprivrednih površina na kojima su zasijane poljoprivredne kulture ključna stvar za poljoprivrednu proizvodnju u vrijeme opaženih klimatskih promjena.

Jedno od važnih polazišta za planiranje navodnjavanja jest utvrđivanje raspoloživosti i kvalitete vodnih resursa. Kada se radi o racionalnom gospodarenju vodnim resursima za potrebe navodnjavanja tada se to prvenstveno odnosi na stvaranje uvjeta za osiguranje zaliha vode za navodnjavanje.

Okidač koji je uzrokovao katastrofu

Dugotrajni izostanak oborina dovodi do smanjenja zaliha (količina) vode, ali i njezine kakvoće kako u površinskim tako i u podzemnim vodnim tijelima. To može imati za posljedicu ograničenje korištenja voda za potrebe javne vodoopskrbe na ugroženom vodoopskrbnom području što se dodatno može odraziti na gospodarske gubitke.

Kao posljedica suše javljaju se i promjene u ekosustavu, u smislu izmjena sastava i brojnosti flore i faune. Između ostalog, suša može dovesti do povećanog mortaliteta vrsta, smanjene otpornosti, negativnog utjecaja na staništa te najezdu kukaca. Važno je naglasiti kako suša ima i golem utjecaj na pojavu požara uslijed kojih može doći do potpunog uništenja pojedinih ekosustava.

Navodnjavanje je jedna od mjera kojom se štete od suše mogu smanjiti, a u nekim područjima i potpuno izbjeći. Redukcije prinosa poljoprivrednih kultura uzgajanih bez navodnjavanja na području Republike Hrvatske iznose u prosječnim klimatskim uvjetima od 10 - 60%, a u sušnim i do 90% od biološkog potencijala, ovisno o kulturi, tipu tla i području. Pored toga, važnost koju navodnjavanje ima u poljoprivredi razvijenih susjednih zemalja dovoljni su argumenti za tvrdnju o boljoj perspektivi i položaju ove mjere u poljoprivredi i gospodarstvu općenito.

Tablica 6.10.-4. – Ukupno prijavljene štet od suša u Republici Hrvatskoj u poljoprivredi po godinama za razdoblje 1995. – 2013.

Godina	Ukupna prijavljena šteta kn	SUŠA (prijavljena šteta kn po god.)	SUŠA (postotak prijavljene štete od suše u odnosu na ukupno prijavljenu štetu u toj godini)
0	*1*	*2*	*2*
1995.	442.002.903,84	10.619.136,60	2,40%
1996.	1.140.563.412,54	35.771.450,00	3,14%
1997.	1.353.504.649,00	7.557.500,00	0,56%
1998.	1.361.198.862,00	61.119.259,00	4,49%
1999.	885.399.427,00		
2000.	2.174.651.850,10	1.839.767.837,44	84,60%

2001.	976.416.386,00	130.135.059,00	13,33%
2002.	416.091.572,00	3.267.540,00	0,79%
2003.	2.621.597.873,38	2.366.956.805,29	90,29%
2004.	723.044.040,00	1.700.000,00	0,24%
2005.	1.216.845.915,70		
2006.	651.135.217,68	15.966.493,72	2,45%
2007.	3.170.728.495,52	2.538.179.432,25	80,05%
2008.	967.342.541,93	66.955.913,10	6,92%
2009.	934.470.992,35	297.623.508,19	31,85%
2010.	1.714.904.479,07		
2011.	2.599.410.803,60	2.077.788.231,55	79,93%
2012.	3.789.175.496,56	2.616.179.811,42	69,04%
2013.	406.780.627,67	51.481.507,15	12,66%
Ukupno	**27.545.265.545,94**	**12.121.069.484,71**	

6.10.2. DOGAĐAJ

Značajne poremećaje u opskrbi hrane uzrokuju suša i visoke temperature koje u velikoj mjeri utječu na prinos najvažnijih poljoprivrednih kultura, a samim time na prehrambenu neovisnost svake države. Svakim poremećajem na svjetskom prehrambenom tržištu i cijene hrane za krajnje potrošače rastu. S druge strane, poljoprivredni proizvođači ostvaruju sve manje prihode i postaju ekonomski ugroženi. Stoga se javlja potreba za brzim prilagođavanjem. Kao posljedica sušne godine, mnogi proizvođači ulažu znatno manja sredstva u slijedećoj vegetacijskoj godini, a rezultat su niži prinosi i nestabilno tržište cijena poljoprivrednih proizvoda.

Smanjeni prihodi i nestabilnost tržišta sa sociološkog stajališta izazivaju kod proizvođača nesigurnost i nepovjerenje u tržište. S ekonomskog stajališta smanjuje se solventnost gospodarskih subjekata, manji je broj ugovorene proizvodnje, manja su kapitalna ulaganja što ima dugoročne posljedice za opstojnost, rast, razvoj i konkurentnost proizvodnje osobito na manjim i srednjim poljoprivrednim gospodarstvima.

Kako je poljoprivredna proizvodnja komplementarna djelatnost, indirektno se štete od suše prenose i na druge gospodarske grane koje su vezane uz poljoprivredne proizvode, a prije svega prehrambena i kemijska industrija. Kao mjere za ublažavanje posljedica potrebno je mjerama i instrumentima agrarne politike poticati proizvođače na ulaganje u sustav navodnjavanja (za što danas stoje na raspolaganju i sredstva fondova EU) i osiguranje usjeva od suše kao i od drugih elementarnih nepogoda.

6.10.2.1. Najvjerojatniji neželjeni događaj

Nadoknada šteta poljoprivrednicima na područjima gdje je proglašena elementarna nepogoda regulirana je Zakonom o zaštiti od elementarnih nepogoda (*„Narodne novine“*. 73/97) i Metodologijom za procjenu šteta od elementarnih nepogoda (*„Narodne novine“* 96/98) i prijavljuje se Državnom povjerenstvu za procjenu šteta od elementarnih nepogoda. Za dodjelu pomoći iz Državnog proračuna moraju biti zadovoljena određena mjerila utvrđena navedenim Zakonom i to ako je: ukupna šteta veća od 20% vrijednosti proračuna jedinice lokalne samouprave za prethodnu godinu ili je umanjenje prinosa pojedine poljoprivredne kulture ili dugogodišnjeg nasada preko 30% po hektaru prema prethodnom trogodišnjem prosjeku u dotičnoj županiji.

Ukupne utvrđene štete od elementarne nepogode suše prema podacima Državnog povjerenstva za procjenu šteta od elementarnih nepogoda na području Osječko-baranjske županije u 2007. godini iznosile su 686.345.321,04 kn. Ukupna utvrđena šteta površina zahvaćenih sušom u OBŽ iznosi 52.367,46 ha. Najviše su stradale sljedeće poljoprivredne kulture: pšenica, zob, ječam stočni i pivarski, uljana repica, stočni grašak i lucerna. Pojava nedostatka oborina u zimskom, proljetnom i ljetnom razdoblju uz visoke temperature tijekom srpnja i kolovoza negativno se odražava na rast i razvoj ratarskih i krmnih kultura. Posljedice su: slaba klijavost, zaostajanje biljaka u porastu, slab i nepravilan razvoj gotovo svih kultura u kritičnim fazama razvoja kada je biljkama potrebna voda i kada se formira konačni urod. Posljedice suša očituju se i kroz nepovoljno okruženje u kojem se

razvijaju biljke, jer primijenjena zaštitna sredstava slabije djeluju, usporeno je usvajanje hranjiva, otežana je ili onemogućena priprema tla, (obrada tla u sušnim uvjetima nepovoljno utječe na strukturne agregate tla što ima za posljedicu narušavanje vodo-zračnog režima tla), i u konačnici povećanu potrošnju energije pri obradi tla. Veće štete mogu nastati gdje su zastupljena plitka i propusna tla malog kapaciteta za vodu.

Prema podacima Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku negativne posljedice suše odrazile su se na postrnu sjetvu (kukuruz) koja je značajno zastupljena na području OBŽ velikim smanjenjem uroda. Prema analizama stanja na zasijanim površinama na OBŽ u sušnim godinama štete nastale od suše izražene u postotcima smanjenja uroda su u granicama slijedećih podataka: kukuruz 50-70%, šećerna repa 40-60%, suncokret 30-60%, soja 50-70%, i krmne kulture 30-50%. (*Izvor: Podaci Državnog povjerenstva za procjenu šteta od elementarnih nepogoda*)

Izuzetno je važno pridržavati se pravila struke kod obrade i pripreme tla, jer pogreške i nepridržavanje pravila struke naročito u nepovoljnim klimatskim prilikama – kod pojave suše značajno se osjete na smanjenju priroda. Te razlike su vidljive kod usporedbe prinosa kod poljoprivrednika koji su reducirali neke od radnji koje struka preporuča u odnosu na prinose koji su postignuti na površinama Poljoprivrednog instituta Osijek, čije su površine uređene i gdje se obrada i priprema tla obavlja po pravilima struke. Uz primjenu navodnjavanja u sušnim godinama urodi bi se povećali za onoliko koliko je bilo njihovo umanjenje u odnosu na prosječne klimatske godine. Zaključno se može utvrditi i preporučiti kao rješenje za uvjete uzgoja u sušnim klimatskim prilikama: primjena i poštivanje struke u agrotehnici i primjena navodnjavanja što je detaljno razrađeno u prijedlogu NAPNAV-a.

Tablica 6.10.-5. – Vrijednosti SPI indeksa za Osijek u razdoblju 1995. – 2012. (Izvor: DHMZ)

Godina	SPI3 - VII	SPI3 - VIII	SPI3 - IX	
1995	0,46	0,24	1,33	
1996	-0,03	-0,03	1,61	
1997	0,20	0,24	0,00	
1998	-0,93	0,11	0,11	
1999	2,11	1,67	1,47	
2000	-2,54	-2,85	-3,35	
2001	2,68	1,73	2,79	
2002	0,51	-0,41	1,04	
2003	-1,85	-1,09	-1,98	
2004	-0,30	0,43	1,17	Ekstremno suho
2005	2,07	3,81	3,1	Vrlo suho
2006	-0,66	0,37	0,41	Umjereno suho
2007	-2,00	-2,03	-1,92	
2008	0,14	-0,20	0,25	
2009	-2,02	-1,27	-2,34	
2010	2,80	2,36	3,00	
2011	0,02	-1,47	-1,68	
2012	0,10	-1,67	-0,97	

Godišnja količina oborine je 2007. godine u Osijeku bila u granicama normale i iznosila je 620.9 mm, dok se prosječno može očekivati oko 650 mm (prema razdoblju 1961. – 1990.). Međutim, prema sezonskim podacima o količini oborine, ljeto 2007. je bilo vrlo sušno (šesto najsušnije od početka 20. stoljeća) kada je od lipnja do kolovoza zabilježeno 105.7 mm oborine (pripadni SPI za ljeto iznosi -2.03, Tablica 5). Kišna jesen je doprinijela normalnim oborinskim prilikama na godišnjoj skali. S druge strane, vrijednosti mjesečne temperature zraka su od siječnja do kolovoza 2007. ukazivali na prevladavajuće vrlo tople ili ekstremno tople prilike. Tako je, prema podacima DHMZ-a, srednja godišnja temperatura zraka iznosila 12.4 °C i to je na postaji Osijek treća najviša godišnja temperatura zraka od početka 20. stoljeća.

6.10.2.1.1. POSLJEDICE

6.10.2.1.1.1. Život i zdravlje ljudi

Tablica 6.10.-6. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

6.10.2.1.1.2. Gospodarstvo

Tablica 6.10.-7. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

6.10.2.1.1.3. Društvena stabilnost i politika

Tablica 6.10.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.10.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.10.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

6.10.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Travanj 2007. godine je bio ekstremno sušan kada je zabilježeno samo 2,9 mm oborine, a prosječno se u travnju može očekivati oko 54 mm oborine. Naredna četiri mjeseca je vrijednost SPI bila negativna, a takvo petomjesečno sušno razdoblje se u Osijeku može očekivati prosječno jednom u 16 godina (*Tablica 6.10.-11.*). Ukupna količina oborine u razdoblju od travnja do lipnja 2007., prema vrijednostima SPI, može se očekivati jednom u 53 godine. Nadalje, ukupna 12-mjesečna količina oborine od rujna 2006. do kolovoza 2007. je bila ekstremno niska s pripadnim povratnim razdobljem od 100 godina. U tablici 6.10.-11. su navedena trajanja sušnih razdoblja (D, u mjesecima), s pripadnim magnitudama (M), koja su zabilježena tijekom 2007. godine, a započela su u 2006. ili 2007. godini (God/M) za različite vremenske skale od 1 do 12 mjeseci. TM i TD se odnose na pripadna povratna razdoblja.

Tablica 6.10.-11. – Trajanje sušnih razdoblja (D, u mjesecima) i pripadne magnitude (M) koja su zabilježena tijekom 2007. godine (Izvor: DHMZ)

Vremenska skala	Godina	D	M	T_M	T_D
1	2006/9	5	4,0	5	16
	2007/4	5	6,1	15	16
3	2006/11	4	4,8	3	3
	2007/6	4	5,6	4	3
6	2007/2	10	10,8	7	10
9	2007/2	13	13,7	8	11
12	2007/5	13	13,3	9	11

Tablica 6.10.-12. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija	ODABRANO
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	X
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

6.10.2.2. Događaj s najgorim mogućim posljedicama

Prema podacima Državnog povjerenstva za procjenu šteta od elementarnih nepogoda ukupno utvrđene štete od suše u Republici Hrvatskoj u 2011. i 2012. godini iznosile su 1.049.301.866,94 kn. Bilo je zahvaćeno preko 100.000,00 ha. Kulture koje su najviše stradale su: kukuruz merkatilni, šećerna repa, soja, suncokret, lucerna, kukuruz za silažu i DTS.

Štete od suše na površinama kukuruza ovisile su o lokalitetu i tipu tla, ali i o tome koliko se poštivala struka u primjeni agrotehnike. Uz pripremu tla i poštivanje pravila struke kukuruz je dao veće prinose, iako je u pravilu došlo do ranije ili prisilne zriobe. Kod uljarica kao posljedice suše dolazi do gubitka lisne mase, plodovi su manji s manjim postotkom sadržaja ulja i dolazi do prisilne zriobe. Šećernu repu je zbog suše na nekim površinama bilo potrebno presijavati. Visoke temperature u ljetno vrijeme (kolovoz) uzrokovale su sušenje lišća što je imalo za posljedicu smanjenje digestije jer je došlo do retrovegetacije. Kod soje je zbog suše došlo do slabog nalijevanja zrna, bilo je više mahuna s manjim brojem zrna, urod je bio smanjen do 50%. Kod krmnog bilja kao posljedica suše došlo je do smanjenja broja otkosa kod zasijanih travnjaka. Otkosi u ljetno vrijeme su izostali. Kod prirodnih travnjaka bio je samo jedan otkos. Najbolje urode u sušnom razdoblju dala je djetelina – lucerna što potvrđuje njenu otpornost na sušu. Silažni kukuruz je zbog suše dao smanjenu količinu i kvalitetu silaže. Kao posljedica suše došlo je do sušenja donjih 2-6 listova i do smanjenja veličine i broja klipova. Procijenjena šteta je bila oko 30% u odnosu na prosječnu godinu. Ova negativna bilanca u biljnoj proizvodnji imala je za posljedicu povećanje cijena na tržištu ratarskih proizvoda.

6.10.2.2.1. POSLJEDICE

3.10.1.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 6.10.-13. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.10.1.1.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 6.10.-14. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.10.1.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 6.10.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.10.-16. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.10.-17. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

6.10.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Prema sezonskim podacima o količini oborine na postaji Osijek, 2011. godina je bila druga najsušnija godina od početka 20. stoljeća (nakon 2000. godine) čemu je najviše doprinijela ekstremno sušna jesen. Nadalje, ljeto 2012. je bilo među deset najsušnijih ljeta na tom području. Prema podacima temperature, 2012. godina je bila 4. po redu najtoplija godina prvenstveno zbog ekstremno toplog ljeta te vrlo tople jeseni (četvrta najtoplija). Od lipnja 2011. godine je narednih 19 mjeseci šestomjesečni deficit oborine bio najmanji od početka 20. st. s pripadajućom magnitudom (M=22.8). Prema teoriji ekstrema, sušno razdoblje takvog trajanja se može očekivati prosječno jednom u oko 300 godina, a s takvom magnitudom prosječno jednom u 61 godinu (*Cindrić i dr. 2014.*). Ekstremno sušni mjeseci bili su kolovoz i studeni 2011. godine te ožujak i kolovoz 2012. godine, dok su u svim ostalim mjesecima tijekom te dvije godine prevladavale sušne ili normalne oborinske prilike. Tek su u prosincu 2012. godine zabilježene kišne oborinske prilike. Studeni 2011. godine je bio najsušniji studeni od početka 20. stoljeća u kontinentalnoj Hrvatskoj kada je palo svega 0,4 mm oborine. Prosječno se u tom mjesecu na postaji Osijek može očekivati oko 60 mm oborine sa standradnom devijacijom od 33 mm. Prema vrijednostima SPI, takav deficit mjesečne oborine, ali i za prethodnih 3 do 12 mjeseci se može očekivati prosječno jednom u više od 100 godina.

Tablica 6.10.-18. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

6.10.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Ova procjena rizika zasniva se na kvalitativnoj metodologiji gdje su vjerojatnost pojave temeljene na modelima klimatskih promjena i prošlim iskustvima. Posljedice se temelje na godišnjim prijavljenim štetama. Vjerojatnost se određivala u pet kategorija prema povratnim razdobljima procijenjenih primjenom statističkih modela u DHMZ-u. Posljedice su se također određivale u pet kategorija prema smjernicama za izradu procjene rizika.

Rizik je određen kao R = P * C (rizik = vjerojatnost * posljedica), te su dobivene matrice rizika dimenzija 5*x*5*x*4, odnosno matrice s 4 kategorije: nizak, umjeren, visok i vrlo visok rizik.

Nepouzdanost

Neodređenost ove procjene rizika proizlazi iz neodređenosti korištenih statističkih razdioba, te same kvalitativne metodologije. Posljedice smatramo dobro određenima jer se temelje na stvarno prijavljenim godišnjim štetama. Također zbog plana navodnjavanja moguće je smanjenje posljedica iz godine u godinu ovisno o ostvarenju projekata navodnjavanja.

Tablica 6.10.-19. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**			
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	**X**	**X**	**X**

6.10.4. POPIS LITERATURE

1. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu: Nacionalni projekt navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištem i vodama u Republici Hrvatskoj (NAPNAV) (2005) http://www.agroklub.com/dokumenti/napnav/1644/
2. Cindrić K., Mihajlović D., Telišman Prtenjak M., Herceg Bulić I. , Pasarić Z. (2015) Analysis of the extraordinary 2011/2012 drought in Croatia, Theoretical and Applied Climatology. doi: 10.1007/s00704-014-1368-8 http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00704-014-1368-8
3. Cvitan, L (2014) Početne naznake o prostornoj raznolikosti klime šireg područja Parka prirode Kopački rit. Hrvatski meteorološki časopis, 48/49, 63-91 http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=197669
4. DHMZ, 2011: Meteorološki i hidrološki bilten. Državni hidrometeorološki zavod, siječanj do prosinac/2011.
5. DHMZ, 2012: Meteorološki i hidrološki bilten. Državni hidrometeorološki zavod, siječanj do prosinac/2012.
6. DHMZ, 2013: Meteorološka podloga za studiju utjecaja na okoliš planirane termoelektrane Osijek. Elaborat (neobjavljen).
7. DPPŠEN (2013.): Podaci o štetama nastalim od raznih elementarnih nepogoda u Republici Hrvatskoj u razdoblju 1995–2012. Državno povjerenstvo za procjenu štete od elementarnih nepogoda.
8. Državni zavod za statistiku (DZS) – Popis poljoprivrede iz 2003. godine http://www.dzs.hr/Hrv/censuses/Agriculture2003/census_agr.htm
9. Hidroing d.o.o., Osijek: Plan navodnjavanja Osječko-baranjske županije (2006)
10. Informacije o stanju biljne proizvodnje na području Osječko-baranjske županije (Materijali za sjednicu)
11. Informacije o stanju stočarske proizvodnje na području Osječko-baranjske županije (Materijali za sjednicu)
12. McKee TB, Doeksen NJ, Kleist J (1993): The relationship of drought frequency and duration on time scales. In Proceedings of the 8th conference of applied climatology, 17-22 January, Anaheim,CA. American Meteorology Society: Boston MA: 179-184
13. MZOIP (2014): Sixth National Communication and First Biennial Report of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change. Republic of Croatia Ministry of Environmental and Nature Protection (MZOIP), Zagreb, pp 247
14. WMO (2012): Standardized Precipitation Index user Guide (Svoboda M, Hayes M, Wood D). WMO-No. 1090, Geneva.
15. http://unfccc.int/files/national_reports/annex_i_natcom_/application/pdf/hrv_nc6.pdf

3.11. *Zaslanjenost kopna*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.11.1. OPIS SCENARIJA

3.11.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Zaslanjenost tla u dolini Donje Neretve
Grupa rizika:
Degradacija tla
Rizik:
Zaslanjivanje kopna
Radna skupina
***Koordinator**:*
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
Glavni nositelji:
Ministarstvo zaštite okoliša i energetike – Uprava vodnoga gospodarstva i zaštite mora
Glavni izvršitelj:
Hrvatske vode

3.11.1.2. *Uvod*

Intruzija morske vode u površinske tokove i vodonosnike dovodi do njihovog zaslanjivanja što posljedično uzrokuje i zaslanjivanje tala. Nadalje, korištenje zaslanjenih i alkaliziranih voda za navodnjavanje dodatno vodi k zaslanjivanju tala.

Najizraženiji utjecaj morske soli na zaslanjenost tala u Republici Hrvatskoj je u dolini Donje Neretve u Dubrovačko-neretvanskoj županiji, području Vranskog polja u Zadarskoj županiji, te uz dolinu rijeke Mirne u Istarskoj županiji.

Stupanj zaslanjenosti tla procjenjuje se na temelju električne provodljivosti saturacijskog vodnog ekstrakta (ECe) tla prema FAO klasifikaciji (*Albrol i sur., 1988*)

Tablica 6.11.-1. – Stupanj zaslanjenosti tla

STUPANJ ZASLANJENOSTI TLA	E.C.e (dS/m)
Nezaslanjeno	0,0 – 2,0
Slabo zaslanjeno	2,0 – 4,0
Umjereno zaslanjeno	4,0 – 8,0
Jako zaslanjeno	8,0 – 16,0
Vrlo zaslanjeno	>16,0

Stupanj zaslanjenosti vode procjenjuje se na osnovi ukupne koncentracije soli u vodi, odnosno njezine električne provodljivosti (EC) prema klasifikaciji FAO (*Rhoades i sur., 1992*).

Tablica 6.11.-2. – Stupanj zaslanjenosti vode

STUPANJ ZASLANJENOSTI VODE	E.C.e (dS/m)
Nezaslanjena voda	< 0,7
Malo zaslanjena voda	0,7 - 2,0
Srednje zaslanjena voda	2,0 – 10,0
Jako zaslanjena voda	10,0 – 25,0
Vrlo jako zaslanjena voda	25,0 – 45,0
Slana voda	> 45,0

3.11.1.3. *Prikaz utjecaja na infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka,
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni
	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.11.1.4. *Kontekst*

Dolina donje Neretve ima ukupno oko 12.000 ha zemljišta od čega se na 5.200 ha poljoprivrednog zemljišta na kojem se prema stručnoj procjeni proizvodi cca 130.000 tona voća i povrća. Na ovom području se uzgaja oko 90% ukupne proizvodnje citrusa u RH čija proizvodnja varira između 50.000 i 80.000 tona ovisno o stupnju zaslanjenosti podzemnih I površinskih voda. Stručna je procjena kako se u dolini Neretve uzgaja oko 50 % ukupne proizvodnje kupusnjača, te oko 35 % proizvodnje lubenica u RH.

Klima ovog područja ima maritimna obilježja. Jesen je toplija od proljeća (za prosječno oko 1.8°C), zime su blage s prosječnom temperaturom od 7,4°C , a ljeta su umjereno topla (23,8°C). Najtopliji mjesec je u prosjeku srpanj, a najhladniji siječanj [6] . Utjecaj mora, koje ublažava temperaturne ekstreme, očituje se u maloj međugodišnjoj varijabilnosti mjesečnih vrijednosti temperature. Prosječna godišnja količina oborine iznosi 1.309 mm (prema podacima s postaje Opuzen), a od toga 66% padne u hladnom dijelu godine. Najmanje je oborine ljeti (svega 13% godišnje količine) s minimumom u srpnju (prosječno 36 mm).
Danas poljoprivredna tla donje Neretve imaju različiti stupanj zaslanjenosti u različitim horizontima. Provedenim istraživanjima utvrđeno je da je gotovo 40% poljoprivrednog prostora doline donje Neretve zaslanjeno (EC > 2 dS/m). Također je utvrđeno da oko 60% istraživanih površina do dubine od 1 metra ima zaslanjenost >2dS/m.

Monitoring zaslanjenosti poljoprivrednih tala te površinskih i podzemnih voda provodi se u posljednjih 6 godina na površini od 5.815 ha (gdje se nalazi cca 90 % ukupnih obradivih poljoprivrednih površina). Temeljem provedenog monitoringa može se zaključiti da površinske vode imaju prosječnu električnu vodljivost (EC) 3,8 dS/m, a podzemne vode od 9,3 dS/m što ih svrstava (*Rhoades i sur., 1992*) u kategoriju srednje zaslanjenih voda. Isto tako utvrđeno je da se zaslanjenost prostorno i vremenski mijenja , što se povezuje sa udaljenosti od mora, hidrološkim režimom ali i načinom korištenja te kvaliteti vode za navodnjavanje.

Već danas se mogu kvantificirati negativni utjecaji na poljoprivrednu proizvodnju kroz redukciju prinosa, a uočeni trendovi ukazuju da nastavak procesa zaslanjivanja može dovesti do trajnog gubitka najizloženijih dijelova poljoprivrednih površina, smanjenja gospodarske aktivnosti, a u konačnici i iseljavanja stanovništva.

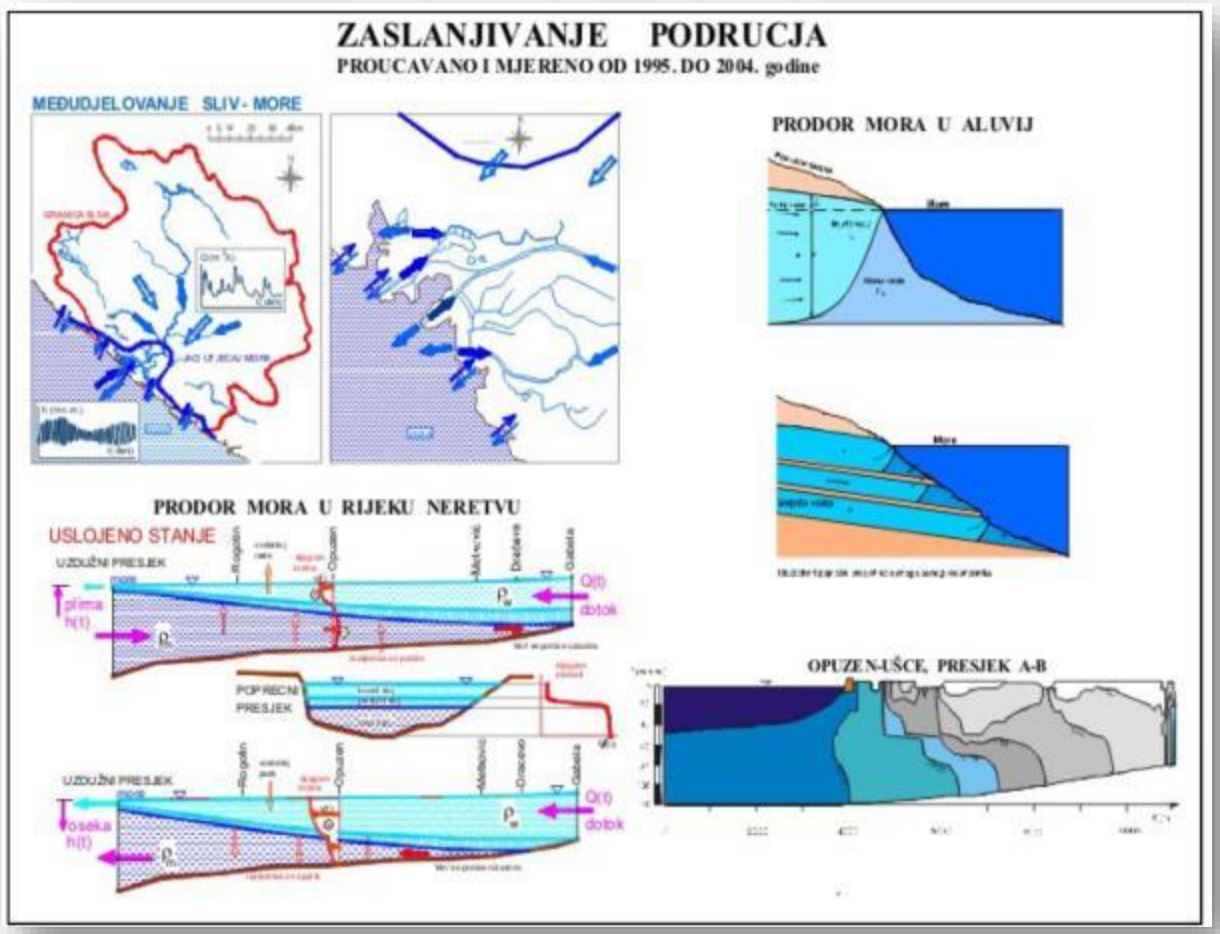
Prema podacima iz ARKOD-a (na dan 13. Ožujka 2013.) u dolini donje Neretve je evidentirano 4.558 poljoprivrednih gospodarstava. Kako je 40% poljoprivrednih površina srednje zaslanjeno možemo zaključiti da je ovom riziku izloženo 1.820 poljoprivrednih gospodarstava. Uz pretpostavku da poljoprivredno gospodarstvo ima četiri člana, proizlazi da je pod rizikom iseljenja stanovništva zbog trajnog gubitka poljoprivrednih površina cca 7.300 stanovnika, što predstavlja 26% ukupnog stanovništva ovog područja (popis stanovništva iz 2011. godine - 27.665 stanovnika).

S obzirom da se na području doline rijeke Neretve uzgajaju agrumi ako dođe do trajnog gubitka tla za pretpostaviti je da će doći do trajnog smanjenja proizvodnje agruma u RH.

3.11.1.5. *Uzrok*

Intruzija morske vode u površinske tokove

Između svježe (nezaslanjene) vode koja prema obali dotječe sa sliva i mora uspostavlja se dinamična ravnoteža preko tlakova. U zimskom (kišnom) razdoblju dominira svježa voda, kako u površinskim tokovima tako i u podzemlju, pa je more u potpunosti istisnuto izvan obalne crte. Obrnuto u ljetnom (sušnom) razdoblju prevladava more i ono kao gušći medij potiskuje svježu vodu, pa se uvlači u površinske tokove i procjeđuje u podzemlje. Izmjena tih dvaju ekstremnih stanja događa se sukladno meteorološkim prilikama na cijelom slivu tijekom godine, Prodor mora u područje događa se koncentrirano, obično kroz ušća vodotoka koji se ulijevaju u more i difuzno po cijeloj obalnoj crti (*Slika 6.11.-1.*).



Slika 6.11.-1. – Prodor mora u područje delte Neretve

Sekundarno zaslanjenje; Na većem području doline donje Neretve

Pogotovo na lokalitetima „Opuzen ušće, Luke i Vidrice“, već duže vrijeme prisutno je permanentno sekundarno zaslanjivanje i/ili alkalizacija tala. Pojava sekundarnog zaslanjivanja poljoprivrednih tala uzrokovana je najčešće uslijed navodnjavanja vodom neodgovarajuće kakvoće, u ovom slučaju navodnjavanjem zaslanjenom vodom iz kanalske mreže. Intenzivnim zahvaćanjem vode iz kanalske mreže u funkciji navodnjavanja dolazi do dodatnog prodora soli iz zaslanjene leće, te na taj način do dodatnog zaslanjenjna površinskih i podzemnih voda i tla.

Promjena režima otjecanja vode prema moru

Treći čimbenik koji bitno utječe na kvalitetu površinskih i podzemnih voda je činjenica kako u ljetnom periodu većina izvora raspoređenih po rubu polja uglavnom presuše iz razloga što se zbog promjene režima otjecanja prema moru dotok na izvore sa viših dijelova sliva smanjio.

Klimatske promjene

Pored navedenih čimbenika koji u bitnome utječu na zaslanjenost tala, podzemnih i površinskih voda u dolini Donje Neretve jesu i činjenice povezane uz proces klimatskih promjena. Mjerenja pokazuju

da je globalna temperatura (kopna i mora) porasla za 0,85°C u razdoblju od 1880. do 2012. Također u razdoblju od 1901. do 2010. globalna razina mora je porasla za 0,19 m (0,17-0,21m). Mnogi klimatski modeli ukazuju da će se navedeni trendovi nastaviti u bližoj budućnosti, temperatura u 21. stoljeću će i dalje rasti, vrlo je vjerojatno da će valovi velikih vrućina i ekstremnih oborina postati učestaliji i intenzivniji u mnogim područjima, oceani će se nastaviti zagrijavati i srednja razina mora dizati (*IPCC, 2014*). Na području Republike Hrvatske, u razdoblju 1961-2010. opaženo je prevladavajuće zatopljenje na godišnjoj skali (najčešće od 0.2°C/10god do 0.3°C/10god), čemu najviše doprinosi porast temperature u toplom dijelu godine (proljeće i ljeto) (*MZOIP, 2014*). Osim povećanja srednje temperature, uočen je statistički značajan porast broja toplih dana (6 - 10 dana/10 god) i toplih noći (8 -12 dana/10 god) kao i produljenje toplih razdoblja (za 4 - 6 dana/10 god). Prema klimatskim scenarijima (ansambl više klimatskih modela) nastavit će se trend zatopljenja, osobito u ljetnim mjesecima. Tako se do kraja 21. stoljeća na području srednjeg i južnog Jadrana očekuje izrazito visok porast temperature (4.5°C-5°C) u odnosu na sadašnje prosječne vrijednosti. Sva dosadašnja istraživanja su pokazala kako je indeks zaslanjenosti tala i voda u funkciji godišnje raspodjele oborina, te kada govorimo o procesu preraspodjele oborina tijekom godine.

Slijeganje tla

Od izgradnje meliroacijskog sustava 50-tih godina prošlog stoljeća do danas uočeno je kontinuirano slijeganje tla. Nažalost ovaj proces nije popraćen ozbiljnijim istraživanjem, ali Hrvatske vode su u više navrata nadograđivale svoje obrambene nasipe, kako bi zadržali potrebnu visinu, a sa druge strane izvršena je rekonstrukcija precrpnih stanica te su usisne košare spuštene za oko 1 m u odnosu na svojedobno izvedene kako bi zahvatile vodu. Ovaj proces je povezan sa strukturom tla.

Razvoj događaja koji prethodi katastrofi

Planirani zahvati unutar sliva rijeke Neretve u susjednoj Bosni i Hercegovini kao što su prevođenje voda iz sliva Neretve u druge slivove mogu dodatno smanjiti dotok slatke/svježe vode posljedično čega može doći do dodatnog presušenja izvora uz istočnu stranu doline Neretve, a što pak može dovesti do dodatnog povećanja zaslanjivanja voda i tala..

Aktivni scenariji klimatskih promjena - povećanja temperature i smanjenja oborina u ljetnim mjesecima [1], pogotovo uz trend preraspodjele oborina tijekom godine dodatno mogu povećati zaslanjivanje voda i tla u dolini Neretve.

Također i scenariji povećanja razine morske vode (1 mm/god) sa jedne strane te proces permanentnog snižavanja nadmorske razine tla dugoročno može dovesti do povećanja intruzije morske vode u ovo ekološki vrlo osjetljivo područje.

Mjerenja pokazuju da je globalna temperatura (kopna i mora) porasla za 0,85 °C u razdoblju od 1880 do 2012. Također u razdoblju od 1901. do 2010. globalna razina mora je porasla za 0,19 m (0,17-0,21 m). Mnogi prognostički modeli ukazuju da će se navedeni trendovi nastaviti u bližoj budućnosti, temperatura u 21 stoljeću će i dalje rasti, vrlo je vjerojatno da će valovi velikih vrućina i ekstremnih oborina postati učestaliji i intenzivniji u mnogim područjima, oceani će se nastaviti zagrijavati [3].

Okidač

Ostvarenje planiranih zahvata prevođenja vode (*Slika 6.11.-2.*) iz sliva Neretve u kombinaciji sa ostalim navedenim čimbenicima će izazvati značajniji porast intruzije morske vode te dovesti do redukcije prinosa poljoprivrednih kultura, a moguće i do trajnog gubitka tla ako se ne poduzmu nikakve dodatne mjere za dovođenje svježe vode u dolinu Neretve.

Slika 6.11.-2. – Prevođenje vode iz sliva Neretve

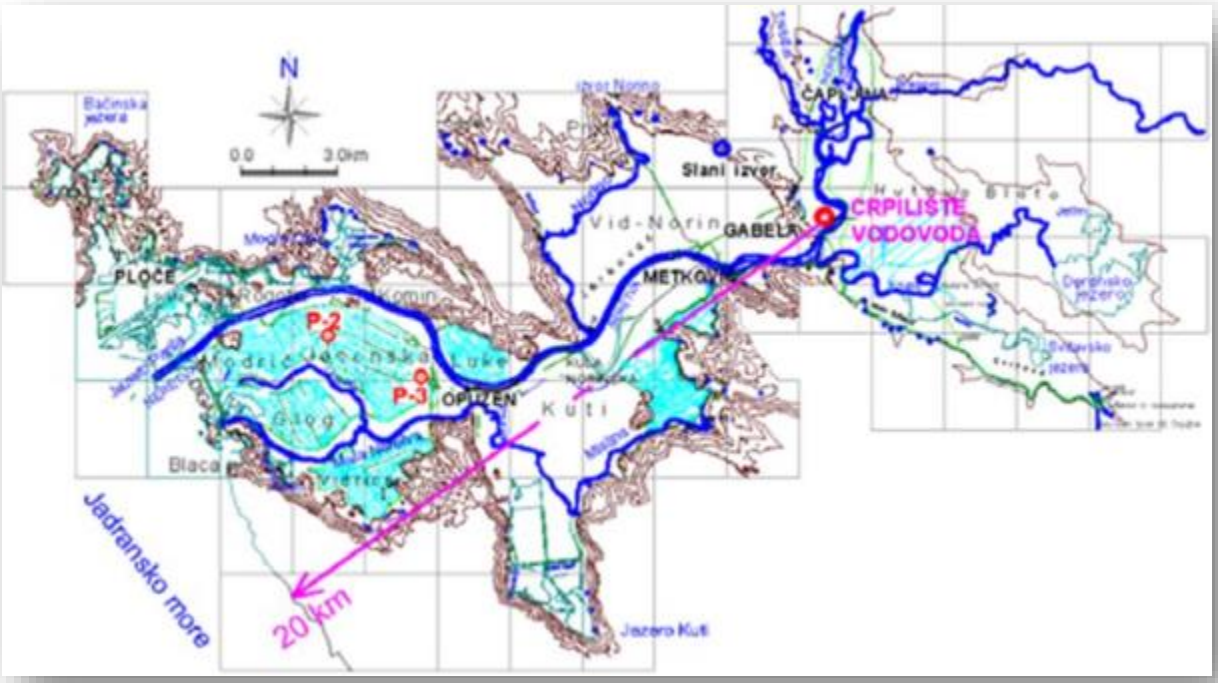
3.11.2. DOGAĐAJ

Potpunost i vjerojatnost/dosljednost i logičnost

Zaslanjivanje tla je kontinuirani proces koji ovisi o drugim procesima kao što su intruzija morske vode, slijeganja tla, podizanja razine morske vode i klimatskim promjenama. Na godišnjoj razini utječe na prinose u poljoprivredi te prvenstveno ovisi o količini oborina. Veća količina oborina zimi i u proljeće ublažiti će intruziju morske vode u podzemne vode te omogućiti navodnjavanje u sušnim mjesecima sa relativno nezaslanjenom vodom. No s druge strane u lipnju 2003. godine nakon sušne zime i proljeća voda iz crpilišta kod Gabele (*Slika 6.11.-3.*), udaljenog oko 350 m od Neretve i 20 km od mora (*Slika 6.11.-4.*), u kojem je usisna košara crpki postavljena na dubinu od oko -14 m n.m. jer se očekivalo da će se iz veće dubine crpiti kvalitetnija voda je bila zaslanjena gotovo cijelo ljeto (*Slika 6.11.-5.*).

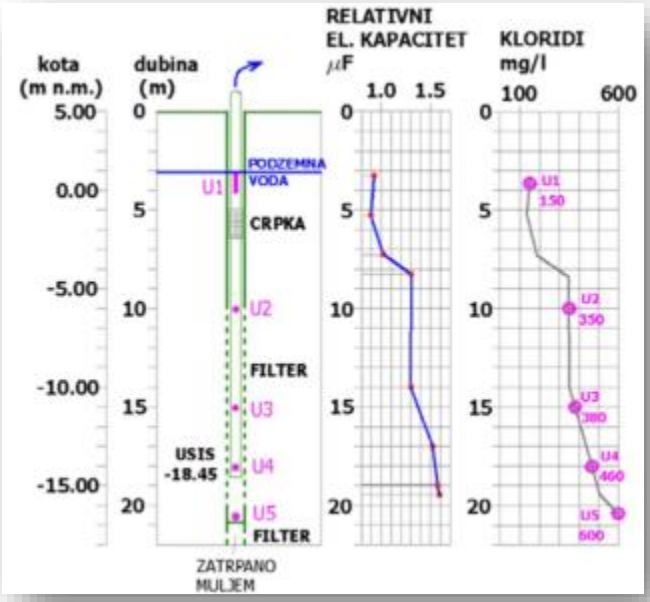
Slika 6.11.-3. – Crpilište kod Gabele (BiH)

U takvim sušnim godinama povećana intruzija morske vode te zaslanjenost vode za navodnjavanje uzrokuju redukciju prinosa poljoprivrednih kultura, kao i alkalizaciju tla.[6,7]



Slika 6.11.-4. – Udaljenost crpilišta kod Gabele (BiH) od mora

Kontinuiranim djelovanjem i kombinacijom uočenih procesa (intruzija morske vode, prevođenja voda iz sliva Neretve u susjedne slivove, slijeganje tla, podizanje razine morske vode i klimatskih promjena u dužem vremenskom razdoblju može dovesti do povećanja zaslanjenosti tla te značajnoj redukciji prinosa poljoprivrednih kultura. No pravu opasnost predstavlja moguća nepripremljenost na nagle skokove u intruziji morske vode i zasljanjivanju tla koje se može dogoditi zbog zahvata prevođenja vode iz rijeke Neretve koji će smanjiti protok vode u rijeci Neretvi.



Slika 6.11.-5. – Kloridi u crpilištu – 26. lipnja 2003.

Smanjenjem protoka vode u rijeci Neretvi u ljetnom periodu godine, uz navedenu kombiniraciju ranije navedenih procesa može dovesti do značajnijeg povećanja zaslanjivanja tla podzemnnih i površinskih voda a što u perspektivi može uzrokovati i trajni gubitak tla na tom području.

Opis događaja

Prema rezultatima opaženog trenda na području doline Neretve (*Tablica 6.11.-3.*) uočava se statistički značajan porast godišnje temperature zraka u iznosu od 0,2°C/10 god, a koji je rezultat porasta temperature u svim sezonama, osobito u proljeće i ljeti. Uz zatopljenje prisutno je i smanjenje oborine koje je najveće u već sušnijim ljetnim mjesecima (oko 8%/10 god). Trend zatopljenja se može očekivati i u budućoj klimi. Naime, projicirano povećanje temperature do polovice 21. stoljeća u dolini Neretve je značajno i kreće se do 3,5°C. Prema projekcijama za oborinu, na području južnog Jadrana, kojemu pripada i dolina Neretve, očekuje se osjetnije smanjenje oborine (između -15% i -25%) tijekom ljeta te porast zimske količine oborine (od 5% do 15%)[1].

Opaženi dekadni trend srednje sezonske i godišnje temperature zraka (u °C/10 god) i količine oborine (u mm/10 god i u %/10 god) prema podacima s meteorološke postaje Opuzen iz razdoblja 1961-2012. Podebljane vrijednosti ukazuju na statistički značajan trend.

Tablica 6.11.-3. – Kretanje temperature i padalina u desetgodišnjem periodu na meteorološkoj postaji Opuzen

	Zima	Proljeće	Ljeto	Jesen	Godina
°C/10god	0.2	**0.2**	**0.3**	0.1	**0.2**
mm/10god	-6.5	-0.3	-14.0	-9.3	-39.8
%/10god	-1.6	-0.1	-8.2	-2.1	-3.0

3.11.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj [4,5]*

Najvjerojatniji neželjeni događaj predstavlja uobičajenu hidrološku sušu u vegetacijskom periodu do koje dolazi zbog deficita oborina, sa uprosječenom pojavnošću svake četvrte godine.

Uslijed nedostatka oborina u vegetacijskom periodu istraživanja su pokazala kako dolazi do pojačane intruzije soli, te je prosječna zaslanjenost površinskih voda kreće u granicama od 3,7 dS/m (na oko 50% površine) do čak 7,0 dS/m (na oko 90 % poljoprivrednih površina).[4,5,6]

Informacije o posljedicama

Za posljedicu imamo smanjenje prinosa/priroda i izgubljeni dohodak na 50% neto površine s intenzivnom proizvodnjom od 3.600 ha (od ukupno 5.815 ha koliko je cijelo područje) kod najvjerojatnijeg scenarija (voda za navodnjavanja 3,7 dS/m), te gubitak dohotka na 90% površine u slučaju najgoreg mogućeg događaja (voda za navodnjavanje 7 dS/m).

Prema podacima iz ARKOD-a (13. ožujka 2013.) u dolini donje Neretve je evidentirano 4.558 poljoprivrednih gospodarstava. Ako svako gospodarstvo ima četiri člana za pretpostaviti je da će posljedice smanjenja prihoda osjetiti cca 18.000 ljudi.

Vrijednost i dohodak poljoprivredne proizvodnje

Proizvodno područje – oko 5200 ha obradive površine s pretpostavkom intenzivne proizvodnje na 3600 ha u strukturi ima oko 250 ha rajčica, paprika, patlidžan, 350 kupusnjače, te 250 ha ostalo povrće uključujući dinje i lubenice. Od voća, najviše je mandarina, agruma, bresaka i jabuka –oko 2.500 ha, te manje jagoda i ostalog voća – oko 200 ha.

Uobičajeni prihodi na predmetnim površinama su oko 367,23 milijuna kuna, dok je financijski rezultat (prihodi umanjeni za plaćene izdatke proizvodnje) oko 172,38 milijuna kuna. Računajući sve troškove proizvodnje (plaćeni izdaci, amortizacija, investicijsko i tekuće održavanje) dohodak poljoprivrednih gospodarstava je oko 69,36 milijuna kuna.

Tablica 6.11.-4 – Prihodi, rashodi i dohodak poljoprivredne proizvodnje

	Rajčica i dr.	**Kupusnjače**	**Ostalo voće**	**Mandarina-agrumi, breskve, jabuke**	**Jagoda i ostalo voće**	**Ukupno**
	(milijuna kuna)					
Prihodi	60,48	26,25	20,50	225,00	35,00	367,23
Varijabilni troškovi	30,24	17,06	12,30	112,50	22,75	194,85
Ukupni troškovi	48,384	22,3125	17,425	180	29,75	297,87
Financijski rezultat	30,24	9,19	8,20	112,50	12,25	172,38
Dohodak	**12,10**	**3,94**	**3,08**	**45,00**	**5,25**	**69,36**

Suša uzrokuje veću zaslanjenost vode za navodnjavanje koja izravno djeluje na visinu prinosa kod žitarica i povrća, te priroda kod voća. Kao najvjerojatniji slučaj povećanja slanosti vode za navodnjavanje na 50% od ukupno 3.600 ha površine dolazi do smanjenja prinosa od 20-30% kod povrća, dok su redukcije prinosa od 50 do 80% kod voća. U najgorem slučaju, kod većeg stupnja zaslanjenosti vode koji bi se mogao dogoditi na 90% površine prinosi povrća se smanjuju do 60%, a gubici priroda u voćarstvu su potpuni.

Tablica 6.11.-5. – Pregled najvažnijih varijabli scenarija

% navodnjavanog tla/Zaslanjenost vode (raspon min-max)		**Najvjerojatniji slučaj**			**Najgori sluča**	
		50% tala, voda 3,7 dS/m			**90% tala, voda 7 dS/m**	
Najzastupljenije kulture		Rajčica, patlidžan, paprika	kupusnjače	ostalo povrće	mandarina-agrumi, breskva, jabuka	jagoda i ostalo voće
Površina (ha)		300	350	250	2500	200
Redukcija prinosa (%)	**Najvjerojatniji događaj**	25	20	30	50	80
	Najgori mogući	45	50	60	100	100

3.11.2.1.1. POSLJEDICE

3.11.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 6.11.-6. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.11.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

U uvjetima najvjerojatnijeg događaja scenarija i prihodi i financijski rezultat poljoprivrednih gospodarstava prikazani u tablici 6.11.-4. manji su u odnosu na sadašnje stanje prema redukciji prinosa (*Tablica 6.11.-5.*) za 83,51 milijuna kuna, a dohodak je manji za 60,27 milijuna kuna. U najgorem slučaju ovog scenarija prihodi su po istom načinu prikaza štete manji u odnosu na sadašnje stanje za 281,38 milijuna kuna, a dohodak za 201,85 milijuna kuna.

Tablica 7.11-7 – Prihodi, rashodi i dohodak u uvjetima najvjerojatnijeg događaja

	Početno stanje	**Najvjerojatniji slučaj**	**Najgori slučaj**
	(milijuna kuna)		
Prihodi	367,23	232,53	51,05
Izdaci	194,85	165,80	165,80
Rashodi	297,87	230,23	178,85
Financijski rezultat (doprinos pokrića)	172,38	66,73	-114,75
Dohodak	**69,36**	**2,31**	**-127,80**

Po ovome scenariju dohodak kod najvjerojatnijeg slučaja je nešto veći od 2,31 milijuna kuna, dok je za najgoreg slučaja zabilježen gubitak poljoprivrednih gospodarstava od 127,80 milijuna kuna.

Tablica 6.11.-8. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.11.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 6.11.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.11.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.11.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

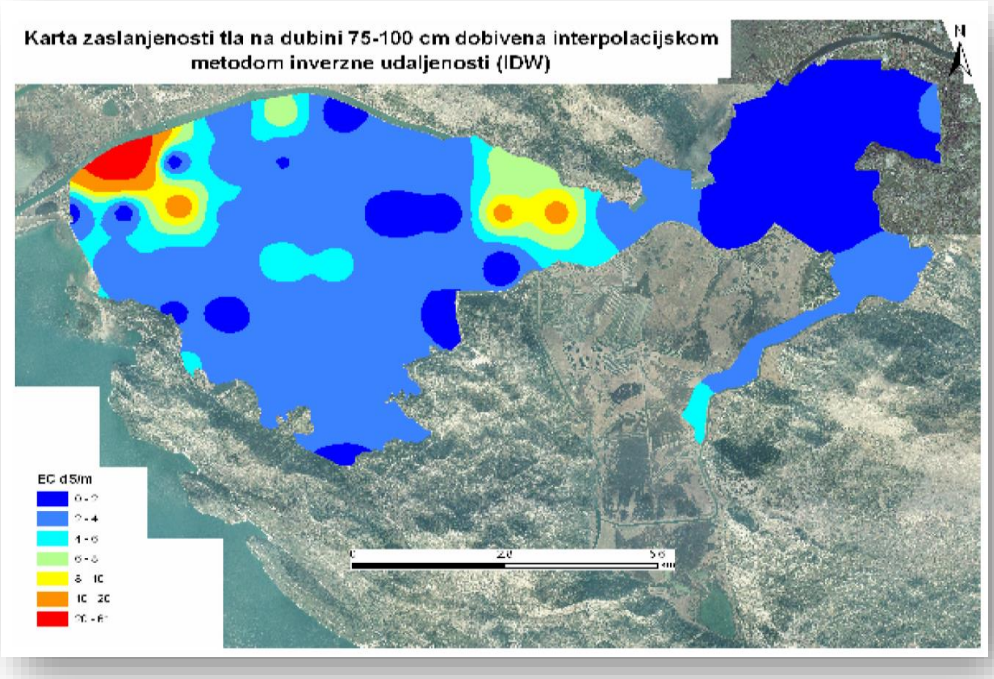
3.11.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.11.-12. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 dogadaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 dogadaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 dogadaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 dogadaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 dogadaj godisnje ili češće	

3.11.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama [4,5]*

Događaj s najgorim mogućim posljedicama predstavlja komibinaciju pojačane intruzije soli u podzemne i površinske vode i poljoprivredna tla u dolini Donje Neretve zbog hidrološke suše u vegetacijskom periodu do koje dolazi zbog deficita oborina te nastavka procesa prevođenja prevođenja voda iz sliva Neretve u susjedne slivove u „gornjim horizontima“, te potpuno presušenje izvora na istočnom rubu doline. Povećanjem zaslanjenosti tala uslijed „sekundarnog zaslanjenja“ zbog navodnjavanja zaslanjenom vodom, razvoja nepovoljnih trendova klimatskih promjena (povećanje prosječne temperature i evapotransporacije, uzdizanje mora) te dodatnog slijeganja tla doći će do značajnijeg povećanja zaslanjenosti tala u dolini rijeke Neretve.



Slika 6.11.-6. – Prikaz zaslanjenosti tala na dubini od 75 do 100 cm

Kombinacijom navedenih čimbenika, prema stručnoj procjeni, moguće je povećanje zaslanjenosti površinskih i podzemnih voda i tala za 50% u odnosu na uvjete iz Scenarija 1 što u konačnici pored gubitaka zbog redukcije prinosa može dovesti do trajnog gubitka poljoprivrednih tala od 585 ha (poljoprivredne površine čija je zaslanjenost veća od 10 dS/m).

Trajnim narušavanjem zaslanjenosti tala kao najvjerojatniji slučaj na 585 od ukupno 3.600 ha površine u razini od 9,0 dS/m elektrovodljivosti vode u tlu, te nemogućnošću navodnjavanja na istoj površini dolazi do smanjenja prinosa od 35-40% kod povrća, dok su redukcije priroda 60% kod mandarina i agruma, odnosno 50% kod jagodičastog voća. U najgorem slučaju, kod većeg stupnja

zaslanjenosti tla koji bi se prema procjeni mogao dogoditi na 90% površine (3240 ha) prinosi povrća smanjuju se od 60 do 70%, a gubici priroda u voćarstvu su 100% (*Tablica 6.11.-13.*).Uz gubitak prinosa kod ovog scenarija gospodarska šteta se očituje u trajnom gubitku zemljišta. Kod najvjerojatnijeg događaja radi se o gubitku vrijednosti poljoprivrednog zemljišta na 585 ha obradive površine, a kod najgoreg događaja na taj način je proračunat gubitak vrijednosti 3.240 ha obradive površine.

Tablica 6.11.-13. – Pregled najvažnijih varijabli scenarija

% navodnjavanog tla/Zaslanjenost vode (raspon min-max)		Najvjerojatniji slučaj			Najgori sluča	
		585 ha, voda 9,0 dS/m			3240 ha, voda 9,0 dS/m	
Najzastupljenije kulture		Rajčica, patlidžan, paprika	kupusnjače	ostalo povrće	mandarina-agrumi, breskva, jabuka	jagoda i ostalo voće
Površina (ha)		300	350	250	2500	200
Redukcija prinosa (%)	Najvjerojatniji događaj	35	35	40	60	50
	Najgori mogući	70	60	60	100	100

3.11.2.2.1. POSLJEDICE

3.11.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Tablica 6.11.-14. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 - 1500	
5	Katastrofalne	> 1500	

3.11.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Tablica 6.11.-15. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

U uvjetima najvjerojatnijeg slučaja prihodi i financijski rezultat poljoprivredne proizvodnje je prema redukciji prinosa (*Tablica 6.11.-13.*) manji u odnosu na sadašnje stanje za 95,53 milijuna kuna, a dohodak za 68,41 milijuna kuna. U najgorem slučaju ovog scenarija prihodi su po istom načinu izračuna manji u odnosu na današnje stanje za 297,35 milijuna kuna, a dohodak za 213,26 milijuna kuna.

Tablica 6.11.-16. – Prihodi, rashodi i dohodak u uvjetima najgoreg mogućeg događaja

	Početno stanje	**Najvjerojatniji slučaj**	**Najgori slučaj**
	(milijuna kuna)		
Prihodi	367,23	271,70	69,88
Izdaci	194,85	194,85	194,85
Rashodi	297,87	270,75	213,79
Financijski rezultat (doprinos pokrića)	172,38	76,85	-124,97
Dohodak	**69,36**	0,95	-143,91

Dok se u uvjetima najvjerojatnijeg neželjenog događaja ostvaruje dohodak poljoprivredne proizvodnje od oko 950 ticuća kuna, kod najgoreg događaja ovog scenarija gubitak poljoprivrednih gospodarstava je preko 143,91 milijuna kuna.

Izračun gubitka po scenarijima u odnosu na državni proračun Republike Hrvatske

Gubici poljoprivredne proizvodnje mjereni izgubljenim dohotkom su kod najvjerojatnijeg neželjenog događaja za najvjerojatniji slučaj 60,27 milijuna kuna, dok su kod događaja s najgorim mogućim posljedicama 201,85 milijuna kuna.

Tablica 6.11.-17. – Gubitak dohotka u poljoprivredi i vrijednosti poljoprivrednog zemljišta

	Najvjerojatniji neželjeni događaj		**Događaj s najgorim mogućim posljedicama**	
	Najvjerojatniji slučaj	Najgori slučaj	Najvjerojatniji slučaj	Najgori slučaj
Gubitak dohotka	60.273.250	201.848.580	68.408.800	213.264.180
Gubitak vrijednosti zemljišta			20.475.000	63.000.000
Ukupni gubitak	**60.273.250**	**201.848.580**	**88.883.800**	**276.264.180**
Proračun županije	145.974.145			

U događaju s najgorim mogućim posljedicama su obračunate i izgubljene vrijednosti zemljišta, koje su kod najvjerojatnijeg događaja proračunate na 50% površina. Kod najgoreg slučaja, gubitak vrijednosti zemljišta je proračunat za ukupno 90% površina doline Neretve.

Tako je kod događaja s najgorim mogućim posljedicama za najvjerojatniji slučaj uz gubitak dohotka od 68,41 milijuna kuna uračunat gubitak vrijednosti zemljišta od 20,47 milijuna kuna. Kod najgoreg slučaja je osim 213,26 milijuna kuna gubitka proizvodnje uračunato i 63,00 milijuna kuna gubitka

vrijednosti zemljišta. Sveukupni gubici su kod događaja s najgorim mogućim posljedicama za najvjerojatniji slučaj 88,88 milijuna kuna, a za najgori slučaj 276,26 milijuna kuna.

Ukupni gubici po najvjerojatnijem neželjenom događaju čine od 0,0573 do 0,1918%, dok gubici po događaju s najgorim mogućim posljedicama čine od 0,0844 do 0,2624% državnog proračuna Republike Hrvatske.

3.11.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Tablica 6.11.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.11.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.11.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.11.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.11.-21. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 dogadaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 dogadaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 dogadaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 dogadaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 dogadaj godisnje ili češće	

3.11.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Ova procjena rizika zasniva se na kvalitativnoj metodologiji gdje su vjerojatnost pojave kao i moguće posljedice rezultat mišljenja i procjena stručnjaka sa Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Te procjene temelje se na postojećem stanju, prošlim iskustvima te istraživanjima koja se provode. Za vjerojatnost pojave na temelju prošlih iskustava i trendova klimatskih promjena pretpostavljeno je da će se navjerojatniji scenariji dogoditi svake 3 – 4 godine, a najgori bi se mogao ostavariti ako se ostvare neki projekti prevođenja vode iz sliva Neretve što se može dogoditi u periodu od 20-ak godina. Posljedice u gospodarstvu su rezultat izračuna temeljenih na redukciji prinosa zbog zaslanjenosti koje su relativno dobro poznate te podacima o vrijednosti zemljišta, ali zahvaćeno područje na kojem se vršio izračun je procjena stručnjaka.

Važno je za napomenuti da su prethodni izračuni gubitaka po datim scenarijima za zaslanjivanje kopna, radi konzistentnosti pristupa obradi svih kategorija rizika kroz ovaj dokument Procjena rizika od katastrofa, napravljeni u odnosu na državni proračun Repubike Hrvatske, te je pokazatelj posljedice zaslanjenosti tla na razini Republike Hrvatske neznatan i zanemariv, odnosno rizik od zaslanjivanja kopna nizak, no ukoliko bi se ovi scenariji razmatrali na razini županije, odnosno županijskog proračuna ukupni gubici po najvjerojatnijem neželjenom događaju činili bi od 41 do 60%, dok bi gubici po događaju s najgorim mogućim posljedicama činili od 138 do 189% županijskog proračuna Dubrovačko neretvanske županije, što bi rizik od zaslanjivanja kopna u dolini Neretve svrstalo u kategoriju značajnog, što će se pozornije obraditi pri detaljnoj analizi Procjena rizika od katastrofa na županijskoj razini

Nepouzdanost

S obzirom na korištenu metodologiju možemo reći da je nepouzdanost niska, ali se procjene temelje i na dostupnim podacima o stvarnom stanju i prošlim iskustvima pa kao takve nisu krive no nemožemo sa sigurnošću reći da ako nam se najvjerojatniji scenarij dogodio prošle godine te da će se isti ponoviti za 3 godine. Uspostavom cjelovitog sustava praćenja zaslanjenosti tala u dolini rijeke Neretve bi se kroz nekoliko godina moglo doći do statistički relevantnih podataka o povećanju zasljanjenosti pa bi se tako i neodređenost ove procjene rizika dodatno smanjila. Isto vrijedi i za posljedice.

U izradi procjene rizika sudjelovali su eminentni stručnjaci Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu (u dijelu procjene štete uslijed zaslanjenosti tala) i Državnog hidrometeorološkog zavoda (u dijelu procjene rizika uslijed klimatskih promjena). Pouzdana procjena tizika zaslanjenosti tala zahtjeva veliki niz podataka iz različitih izvora. S tim uvezi pored podataka DHMZ-a, korišteni su podaci Hrvatske vode koje provode monitoring zaslanjenosti površinskih i podzemnih voda i tala od 1996. godine do danas.

Ova procjena rizika zasniva se na kvalitativnoj metodologiji gdje su vjerojatnost pojave kao i moguće posljedice rezultat mišljenja i procjena stručnjaka sa Agronomskog fakulteta u Zagrebu. Te procjene temelje se na postojećem stanju, prošlim iskustvima te istraživanjima koja se provode

Tablica 6.11.-22. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**			
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**		**X**	

3.12. *Složeni rizik*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, ova procjena nije ažurirana sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne rezultate za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.12.1. OPIS SCENARIJA

3.12.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Potres i poplava na području grada Zagreba
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni nositelji:
Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja i Ministarstvo zaštite okoliša i energetike
Glavni izvršitelj:
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatske vode

3.12.1.2. Uvod

Sukladno Smjernicama za izradu procjene rizika i karata u upravljanju katastrofama Europske komisije – SEC (2010) 1626, potrebno je izraditi procjenu složenog rizika. Za analizu složenog rizika od katastrofa odabran je scenarij kombinacije opasnosti uzrokovanih potresom i poplavama na području grada Zagreba, odnosno scenarij pri kome tijekom velikovodne situacije na području grada Zagreba, uslijed potresa, dolazi do rušenja nasipa rijeke Save i oteretnog kanala "Sava-Odra" i rušenja retencija na sljemenskim potocima.

Grad Zagreb nalazi se na seizmički aktivnom području 2013. godine u okolici Zagreba zabilježeno je 816 potresa dok je najjači zabilježen 25. kolovoza s epicentrom u Donjoj Bistri intenziteta V°MCS. Najjači ikad zabilježen potres u Zagrebu, intenziteta VII°MCS, magnitude od 6,3° Richtera, s epicentrom na području Medvednice desio se 09. studenog 1880. godine. [2].

Potres jačine od VIII°-XI° MSK-64 za sjeveroistočni i VII°-VIII° MSK-64 za jugoistočni dio grada [2]. za posljedicu bi imao rušenje stambenih i gospodarskih objekata, uništenje infrastrukturnih objekata kao i gubitak funkcionalnosti vodnogospodarskih objekata (brana smještenih na podsljemenskim vodotocima i nasipa uz rijeku Savu i uz oteretni kanal).

Pojava izuzetno dugotrajnih oborina visokog intenziteta na području sliva Save u Hrvatskoj (uzvodno od grada Zagreba) i Sloveniji, uz topljenje snježnog pokrivača, uzrokovala bi pojavu visokog vodostaja u rijeci Savi, izljevanje rijeke Save, preko jankomirskog preljeva u oteretni kanal Sava-Odra (Slika 6.12.-1) kao i pojavu visokog vodostaja u potocima sa južnih, jugoistočnih i istočnih obronaka Medvednice.

Visoke vrijednosti maksimalnih vodostaja i protoka rijeke Save na području grada Zagreba, na mjernoj postaji Zagreb, javljaju se u dva navrata, tijekom proljetnih (ožujak – svibanj) i jesenskih (rujan – studeni) mjeseci. Maksimalni vodostaj od 514 cm i protok od 3 126 m3s-1 zabilježeni su 26. listopada 1964. godine. [1]

Tablica 6.12.-1. - Maksimalne vrijednosti vodostaja Save, postaja Zagreb za period 2004. – 2013. po mjesecima (cm)

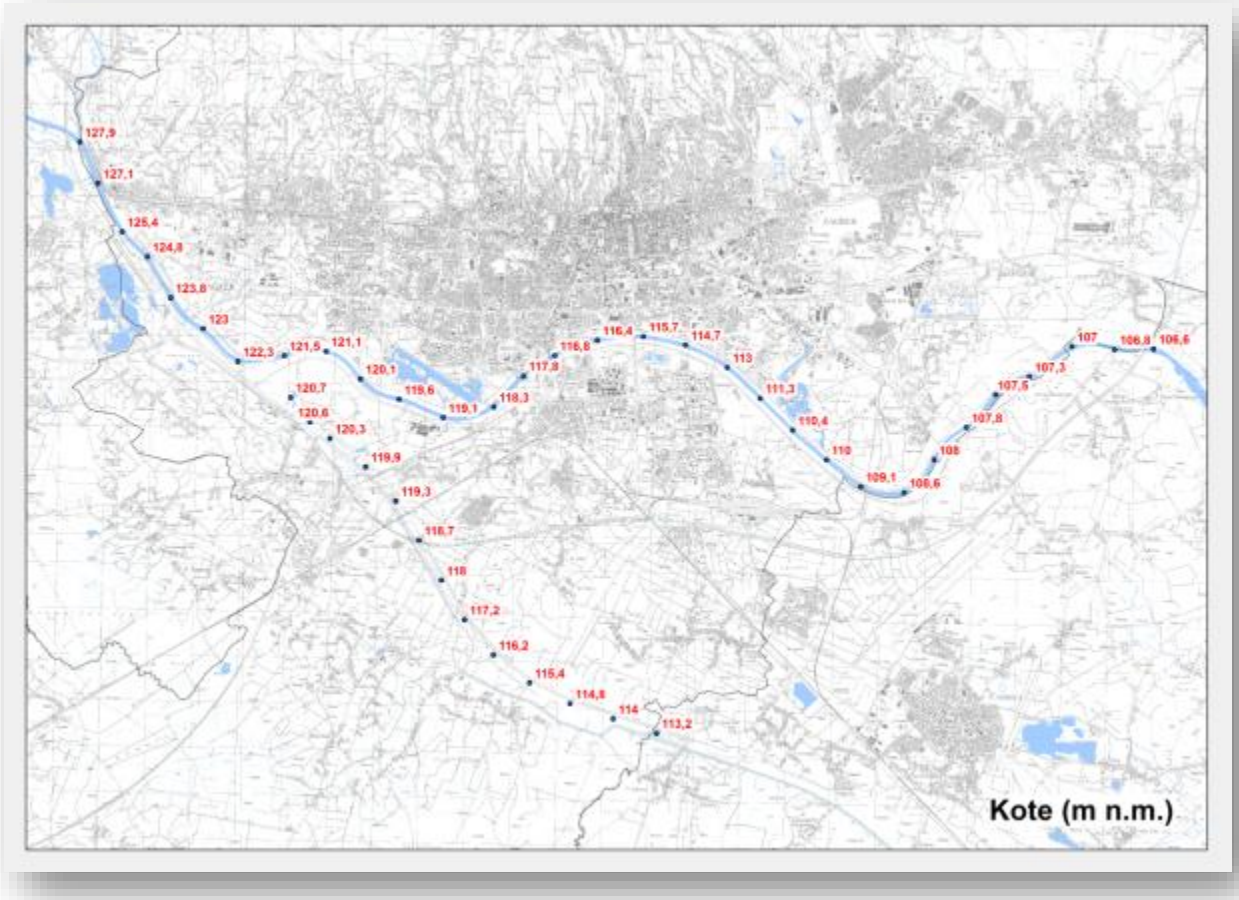
	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Godina
2004.–2013.	213 (2009)	273 (2009)	331 (2009)	308 (2013)	321 (2006)	240 (2006)	112 (2009)	234 (2005)	468 (2010)	397 (2012)	432 (2012)	370 (2009)	468 (IX/2010)

[1]

Tablica 6.12.-2. - Maksimalne vrijednosti protoka Save, postaja Zagreb za period 2004. – 2013. po mjesecima (m^3s-1)

	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac	Godina
2004.–2013.	1418 (2009)	1714 (2010)	2024 (2009)	1815 (2013)	1969 (2006)	1548 (2006)	1012 (2009)	1519 (2005)	2851 (2010)	2242 (2012)	2484 (2012)	2246 (2009)	2851 (IX/2010)

[1]



Slika 6.12.-1. – Nivoi korišteni pri izradi scenarija gubitka funkcionalnosti nasipa

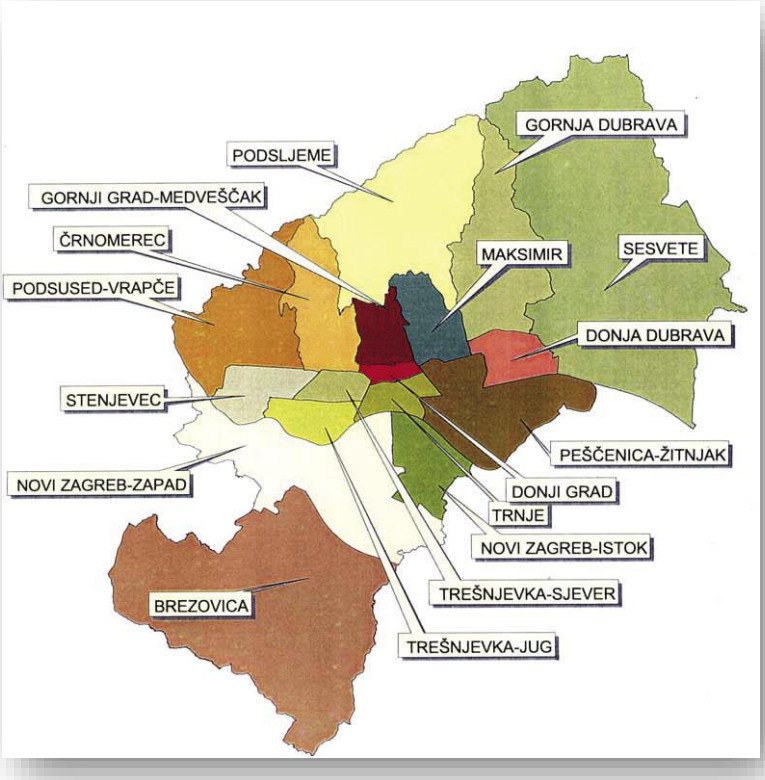
3.12.1.3. *Kontekst*

Grad Zagreb osim što je glavni grad Republike Hrvatske predstavlja i vodeće gospodarsko, obrazovno i kulturno središte te je ujedno s 790 017 stanovnika [1]i najveće gradsko središte u Hrvatskoj. Osim toga, pažnju treba obratiti na Zagreb kao i veliko regionalno središte odnosno gravitacijski centar kojem teže svi gradovi Zagrebačke županije te mjesta okolnih županija. Upravo zbog ovakvog izrazitog značaja odabran je scenarij koji može prouzročiti katastrofalne posljedice ne samo od značaja za Grad već i za Republiku Hrvatsku u cijelosti.

Na površini od 641,37 km^2 živi 790.017 (19% ukupnog stanovništva RH 2011) stanovnika grada Zagreba od čega 114.483 osoba s raznim poteškoćama, 56.048 stanovnika od 0 do 6 godina te 197 096 stanovnika starije od 65 godina što predstavlja veliki izazov spasilačkim snagama u slučaju katastrofa. Grad se dijeli na 17 gradskih četvrti i 218 mjesnih odbora s 279 656 kućanstava i 334 888 stanova.

Grad Zagreb s proračunom od skoro 7,5 milijardi kuna (7% proračuna RH 2013) i generiranim izvozom većim od 27 milijardi kuna (38% ukupnog izvoza RH 2013). te 397 365 ukupno zaposlenih (30% ukupno zaposlenih u RH 2104) čini najveće i najznačajnije gospodarsko središte Hrvatske. Grad Zagreb nalazi se na trasi Paneuropskog cestovnog i željezničkog koridora X te je sa Zračnom lukom Franjo Tuđman s 3,3 milijuna putnika i 13.675 tona tereta jedno od značajnih prometnih čvorišta. [3]

U gradu Zagrebu nalaze se sjedišta Vlade Republike Hrvatske, Hrvatskog Sabora, Predsjednika Republike Hrvatske, Ustavnog suda, svih ministarstava te velikog broja ostalih državnih institucija. S dvadeset i jednom bolnicom i kapacitetom od 6.674 postelja Zagreb ima važnu zdravstvenu ulogu.



Slika 6.12.-2. - Gradske četvrti grada Zagreba

3.12.1.4. *Uzrok*

3.12.1.4.1. POTRES

Vjerojatnost

Odabran je scenarij usklađen s razinom seizmičkog hazarda koji je prihvaćen u važećim propisima za projektiranje potresne otpornosti. [4] [5] Vjerojatnost događaja određena je odgovarajućim povratnim razdobljem 475 godina odnosno vjerojatnost premašaja 10% u 50 godina.

Tablica 6.12.-3. – Vjerojatnost/frekvencija potresa

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija	ODABRANO
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	X
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

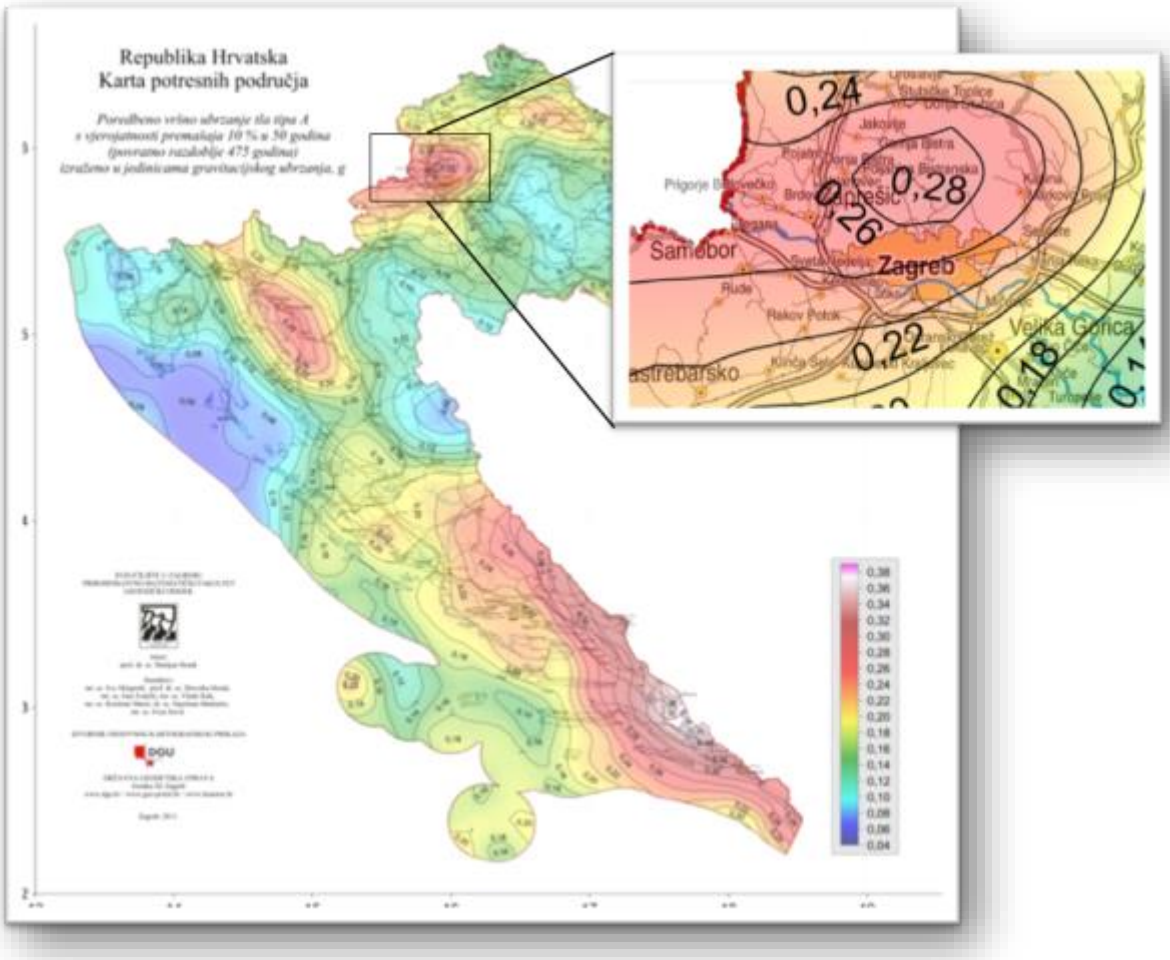
Događaju se može pridružiti propisana karta potresnih područja (*Slika 6.12.-3.*) koja prikazuje potresom prouzočena horizontalna poredbena vršna ubrzanja (a_{gR}) površine temeljnog tla tipa A (čvrsta stijena). Moglo se odabrati i duže povratno razdoblje (primjerice 2000 godina) za koje bi posljedice bile još dalekosežnije, ali s obzirom na definirani hazard (opasnost) u važećim propisima te očekivane posljedice odabran je opisani hazard.

Kako su potresi u vremenu razdijeljeni po Poissonovoj razdiobi, njihovo događanje na određenom mjestu nema nikakve pravilnosti te vrijeme budućeg potresa ni na koji način ne ovisi o tome kada se dogodio prethodni potres. Povratna razdoblja, dakle, imaju smisla samo za procjenu ukupnog broja potresa koji se mogu očekivati tijekom nekog duljeg razdoblja, ali ne i za procjenu vremena u kojem će se oni dogoditi [5] Karte potresnih područja karte su seizmičkog hazarda ili potresne opasnosti koja se procjenjuje na temelju opažene seizmičnosti tijekom što je moguće duljeg razdoblja. Za Hrvatsku osnovna je baza podataka sadržana u Hrvatskom katalogu potresa [6] koji održava *Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta* u Zagrebu. U trenutku objave novih karata seizmičkog hazarda sadržavao je osnovne podatke o više od 40.000 potresa koji su se dogodili na teritoriju Republike Hrvatske i susjednim područjima, a redovito se dopunjuje podacima o novim potresima. Današnja mreža seizmografa u Hrvatskoj omogućuje da se godišnje prosječno locira i u katalog uvrsti više od 3.500 potresa. [5]

Pri izradi karte posebno pripremljen katalog [7] poslužio je za proračun osnovnih statističkih parametara seizmičnosti u čvorovima guste mreže kojom je prekriveno istraživano područje. Za svaki čvor provedena je procjena učestalosti potresa i određena njihova razdiobu prema magnitudi (u skladu s Gutenberg-Richterovom relacijom). Seizmička opasnost proračunata je upotrebom stohastičkog (Monte-Carlo) postupka, u kojem se vjerojatnost premašivanja određenog ubrzanja određuje statističkom analizom sintetičkog kataloga potresa koji se generira upotrebom empiričke razdiobe [8] za svaki element mreže te za vrlo dugi niz godina (ovdje 2.000.000 godina). Za svaki od generiranih potresa određeno je najveće teorijsko horizontalno ubrzanje u svakom čvoru mreže, i to upotrebom šest empiričkih atenuacijskih relacija pomoću kojih je moguće izračunati vrijednosti vršnog horizontalnog ubrzanja na temelju poznavanja magnitude potresa, udaljenosti lokacije od

žarišta potresa te raznih drugih parametara (vrste i geometrije rasjeda, položaja lokacije u odnosu na rasjed, tipa tla itd.).

Pri izradi karte posebno pripremljen katalog [7] poslužio je za proračun osnovnih statističkih

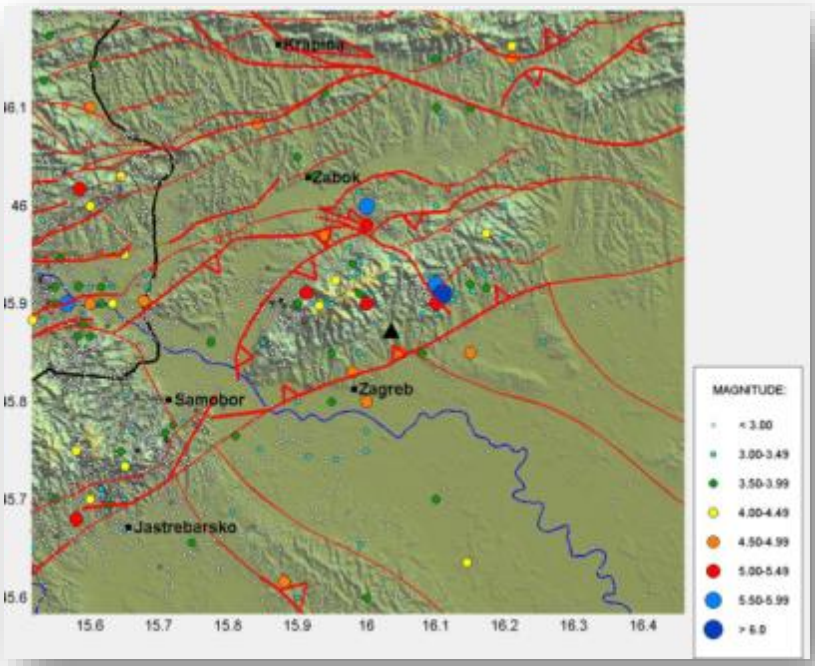

Republika Hrvatska
Karta potresnih područja
0,24
0,28
0,26
0,22
0,18
Samobor
Zagreb
Rude
Rakov Potok
Velika Gorica
Prigorje Brdovečko
Jakovlje
Bistra
Bosanska
Kašina
Sesvete
Dugo Selo
Ivanić-Grad
Kloštar Ivanić
Kutina
Lekenik
Sisak
Sunja
Novska
Nova Gradiška
Pakrac
Lipik
Pisarovina
Karlovac
Ozalj
Ogulin
Slunj
Duga Resa
Vrbovsko
Delnice
Crikvenica
Krk
Rab
Pag
Novi Vinodolski
Senj
Otočac
Gospić
Korenica
Plitvička jezera
Donji Lapac
Drniš
Knin
Sinj
Imotski
Vrgorac
Ploče
Metković
Opuzen
Dubrovnik
Ston
Korčula
Vela Luka
Hvar
Stari Grad
Vis
Komiža
Biograd na moru
Zadar
Pag
Šibenik
Vodice
Trogir
Kaštela
Solin
Split
Omiš
Makarska
Ravna Gora
Vrbovsko
Delnice
Čabar
Fužine
Lokve
Mrkopalj
Ogulin
Slunj
Duga Resa
Karlovac
Ozalj
Vrbovec
Zaprešić
Dugo Selo
Ivanić-Grad
Kloštar Ivanić
Novska
Nova Gradiška
Pakrac
Lipik
Pisarovina
Sisak
Kutina
Lekenik
Sunja
Kašina
Sesvete
Velika Gorica
Turopolje

žarišta potresa te raznih drugih parametara (vrste i geometrije rasjeda, položaja lokacije u odnosu na rasjed, tipa tla itd.).

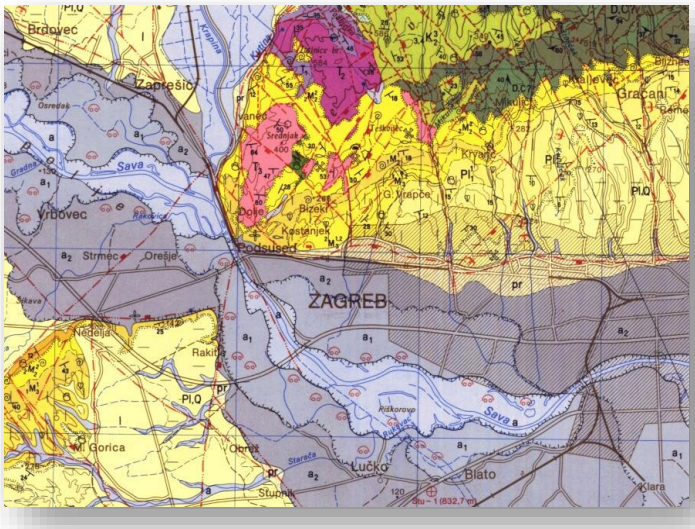
Aleatorna nepouzdanost procjene vršnog horizontalnog ubrzanja izražena je standardnom devijacijom za svaki od upotrijebljenu atenuacijsku relaciju te je uzeta u obzir pri proračunu. Odgovarajuća nepouzdanost maksimalne magnitude uzeta je kao ± 0,2 jedinice magnitude. Epistemičke su nepouzdanosti u skladu s uobičajenim postupcima uzete u obzir konstruiranjem jednostavnog logičkog stabla.

Uvjeti nastanka

Grad Zagreb nalazi se u pojasu omeđenom s više seizmički aktivnih epicentralnih područja, a najznačajnije je područje Medvednice. Ono po svojoj dosadašnjoj aktivnosti te u pogledu prostornog rasporeda epicentra potresa skreće pozornost na činjenicu da je sjeverni, a pogotovo sjeveroistočni dio Zagreba, područje Markuševca, Remeta i Dubrave, seizmički jače aktivan u odnosu na zapadni i južni dio grada. [9] Granični rasjedi zone na površini pružaju se između Podsuseda, Markuševca i Kašine, te Kerestinca, Ilice, Maksimira i Lužana.



Slika 6.12.-4.a. – Epicentri potresa i sustav rasjeda na zagrebačkom području



Slika 6.12.-4.b. – Geološka karta grada Zagreba

Paralelno zoni u dolini Save postoje još dva rasjeda na potezu Stupnik - Novi Zagreb - Dubrava - Sesvete. Oni se u dubini od 8 km spajaju s glavnom zonom te ih se svrstava u širu zonu Zagrebačkog rasjeda [10] Slika 6.12.-4a. ukazuje na podudarnost položaja rasjeda i epicentara potresa na zagrebačkom području, a Slika 6.12.-4.b. prikazuje geološku kartu grada Zagreba.

U slučaju potresa, seizmički se val rasprostire od žarišta prema površini kroz slojeve tla i na kraju djeluje na građevine. Učinak potresa na zgrade značajno ovisi o svojstvima zgrade kao i o podlozi na kojoj je zgrada sagrađena. Utjecaj podloge je dvojak: podloga mijenja amplitude oscilacija i utječe na frekvencijski odziv sustava tlo - zgrada. Svojstva vala potresa značajnije se ne mijenjaju kad se val rasprostire stijenom, ali kod slojevitog tla mijenja se i akceleracija i vrijeme titranja. (Tablica 6.12.-4.) sadrži kronološki prikaz potresa u okolici Zagreba za razdoblje od 1999. do 2008. godine.

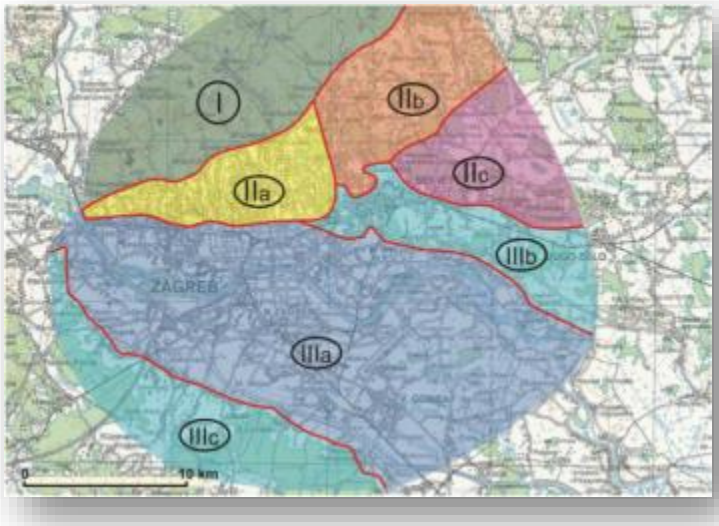
Tablica 6.12.-4. – Potresi s epicentrom u okolici Zagreba od 1999. do 2008. godine (Geofizički odsjek PMF-a, Zagreb)

Godina	**Ukupan broj registriranih potresa**	**Najjači potresi u godini**		
		Intenzitet MCS	**Epicentar**	**Datum**
1999.	185	V.	Glina	16. svibnja
2000.	147	V.-VI.	Kraljev Vrh	16. lipnja
2001.	19	V.	Pisarovina	31. prosinca
2002.	209	V.	Samobor	18. kolovoza
2003.	520	VI.	Miljana	31. svibnja
2004.	464	IV.	Zagreb	8. siječnja
2005.	458	IV.-V.	Varaždinske toplice	7. prosinca
2006.	586	VI.-VII.	Plešivica	28. listopada
2007.	404	V.	Ozalj	18. prosinca
2008.	375	V.-VI.	Gornji Čehi	5. ožujka

2009.	435	V.	Malunje	10. veljače
2010.	493	V.	Galgovo	03. studeni
2011.	611	V.	Budaševo	17. travanj
2012.	515	IV.	Draganići	08. rujan
2013.	816	V.	Donja Bistra	25. kolovoz

Ranijim procjenama ustanovljeno je da jačina potresa u sjevernom i sjeveroistočnom dijelu grada Zagreba može iznositi VII. do IX. stupnjeva, a u zapadnom i južnom dijelu od VII. do VIII. stupnjeva prema ljestvici Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS). [9] Za cijeli teritorij Republike Hrvatske, pa tako i za grad Zagreb (Slika 3.) seizmički hazard je, u skladu s uvjetima koje zadaju Europski propisi za projektiranje u seizmički aktivnim područjima [4] definiran temeljem suvremenih postupaka i prikazan na dostupnim kartama (Slika 6.12.-3.) potresnih područja. [5] Na području grada Zagreba najveća vršna vrijednost horizontalnog ubrznja na tlu tipa A (čvrstoj stijeni) prema karti potresnih područja za povratno razdoblje od 475 godina odgovara vrijednosti oko 0,27g. Za tipove tla različitog od čvrste stijene očekuje se dodatno povećanje vršnih ubrzanja. Na razini općenitih spoznaja većina temeljnih tala u Zagrebu može se razvrstati u tla tipa B koja obuhvaćaju nanose vrlo gustog pijeska, šljunka ili vrlo krute gline, debljine najmanje nekoliko desetaka metara, s postupnim povećanjem mehaničkih svojstava s dubinom. U takvim tlima prosječna brzina širenja poprečnog potresnog vala iznosi od 360 do 800 m/s [5]. Za temeljno tlo razvrstano u tip B u skladu s normom zahtijeva se da se ubrzanje za tlo tipa A pomnoži faktorom SB = 1,20. Manji dio temeljnih tala u Zagrebu može se razvrstati u tla tipa C koja obuhvaćaju duboke nanose gustog ili srednje gustog pijeska, šljunka ili krute gline debljine od nekoliko desetaka metara do više stotina metara. U takvim tlima prosječna brzina širenja poprečnog potresnog vala iznosi od 180 do 360 m/s. Za temeljno tlo razvrstano u tip C u skladu s normom zahtijeva se da se ubrzanje za tlo tipa A pomnoži faktorom SC = 1,15. [4] Slika 5. prikazuje makrozoniranje šireg područja Zagreba po geološko-topografsko-hidromorfološkom kriteriju kao okvir budućeg geotehničkog i seizmičkog mikrozoniranja. [11]

Oznaka	Opis
I	Gorska jezgra Medvednice
II	Medvedničko prigorje - Podsljemenska urbanizirana zona
IIa	Periklinalno položene mlađe naslage (neogenske i starije kvartarne)
IIb	Strukture boranja u mlađim naslagama (neogenskim)
IIc	Uzvisina starijeg kvartara i nanosa brdskih potoka
III	Prisavska naplavna ravnica
IIIa	Savske naplavine
IIIb	Terasna izdignuća (terase)
IIIc	



Slika 6.12.-5. – Makrozoniranje šireg područja Zagreba po geološko-topografsko-hidromorfološkom kriteriju [11]

3.12.1.4.2. POPLAVA

Vjerojatnost

Prije 50 godina grad Zagreb je preživio jednu od najvećih prirodnih nepogoda. U noći s 25. na 26. listopada 1964. godine rijeka Sava je zbog obilnih kiša u Alpama prelila lijevi nasip na dugim dionicama, a zatim ga i probila na slabim mjestima i tako poplavila grad sve do željezničke pruge. Posljedice poplave bile su katastrofalne, poplava je odnijela 17 ljudskih života, 40 000 ljudi je ostalo bez prostora za stanovanje, potpuno je uništeno 10 000 stanova, 3 297 gospodarskih zgrada, 61 trafostanica, oštećeno je 120 poduzeća, 2 kilometra autoceste, izgubljeno je 65% građevinskog materijala iz skladišta. Velika oštećenja pretrpjele su brojne prosvjetne i kulturne ustanove.

Poplava 1964. godine bila je prekretnica u cjelokupnom pristupu problematici zaštite od poplava na slivu Save. Započeto je intenzivno planiranje i projektiranje sustava za zaštitu od poplava, izrađene su brojne studije i projekti, te definirane glavne smjernice za izvođenje radova i provedbu mjera za zaštitu od poplava.

Veličinu zaštitnog sustava diktirala je potreba zaštite od poplave pojave 100 godišnje velike vode, dok je Zagreb, Sisak i Karlovac trebalo osigurati od poplave 1000 godišnje velike vode.
Za proračun scenarija „katastrofalne“ poplave na području grada korištena je velika voda koja odgovara približno 100 godišnjoj velikoj vodi odnosno odgovara poplavama male vjerojatnosti pojave i kao takva svrstana je u kategoriju 1. Pri tome treba naglasiti da u slučaju takvog događaja ne dolazi do preljevanja nasipa i na području grada Zagreba voda ostaje u inundacijama ukoliko ne dođe do gubitka funkcionalnosti nasipa. Nasipi su relativno jednostavne i pouzdane građevine često vrlo velike dužine, sa određenom razinom sigurnosti i podložni su propadanju. U većini slučajeva, do gubitka funkcionalnosti nasipa (preljevanje nasipa, površinska erozija nasipa, klizanje nasipa, klizišta na nasipu i sl.) dolazi uslijed kombinacije više razloga, te je stoga često, vrlo teško odrediti glavni razlog.

Tablica 6.12.-5. – Vjerojatnost/frekvencija poplava

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	Vjerojatnost	Frekvencija	ODABRANO
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	X
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

Uvjeti nastanka

Pojava „katastrofalne“ poplave na području grada, opisana je poplavom koja objedinjuje bujične poplave Medvednice (plavljenja uzrokovano brdskim vodotocima te rušenjem brana retencija na njima) uz poplavu rijeke Save zajedno sa oteretnim kanalom Sava-Odra, uz gubitak funkcije nasipa uzrokovane potresom.

Sustav zaštite od poplava područja grada Zagreba čini sustav zaštite od velikih voda rijeke Save i sustav zaštite od bujičnih poplava vodotoka obronaka Medvednice.

Rijeku Savu kroz Zagreb karakterizira izrazita bujičnost, vrijednosti protoka kreću se u rasponu od 50 m^3/s do 3.000 m^3/s a vrijednosti vodostaja u rasponu od oko 8,5 m.

Sustav zaštite područja grada Zagreba od velikih voda rijeke Save su obostrani zaštitni nasipi, položeni na razmaku od 300 metara, s lijevom inundacijom širine 80 metara i desnom, širine 110 metara, dužine 63 km te koritom za srednje vode širine 110 metara. Zatim, oteretni kanal Sava – Odra, kojim se rasterećuje dio velikih voda rijeke Save na poziciji preljeva Jankomir i odvodi dio vodnog vala u retencijski prostor Odranskog polja. Preljev je izgrađen početkom sedamdesetih godina dvadesetog stoljeća u dužini od 31 km.

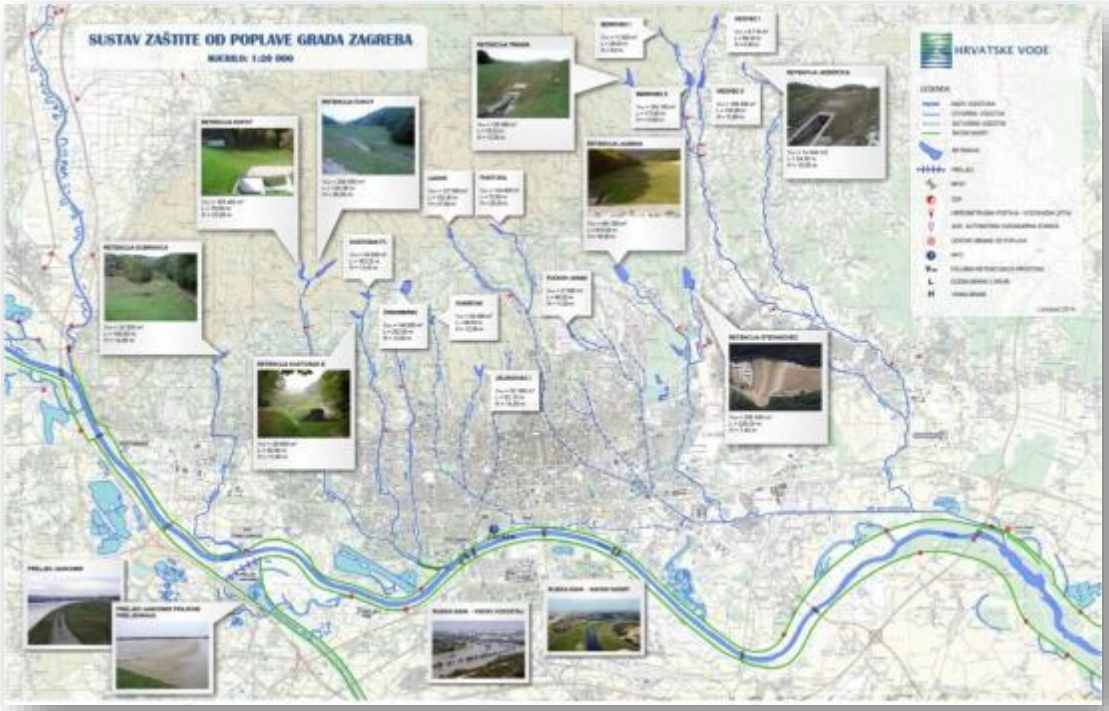
Sustav zaštite od bujičnih poplava vodotoka Medvednice temelji se na principu zadržavanja velikih vodnih valova nastalih na pojedinim slivovima putem odgovarajućih zaštitnih vodnih građevina tzv. retencija.

Na području grada Zagreba do sada je izgrađeno 19 retencija ukupnog volumena retencijskog prostora od 2.229.550 m^3. Sve do sada izgrađene retencije nalaze se na području južnih i jugoistočnih obronaka Medvednice i to uglavnom na području tzv. zagrebačke terase, koja se nalazi između brdskog i nizinskog dijela sliva (*Slika 6.12.-6.*).

Tablica 6.12.-6. - Najveći zabilježeni vodostaji na hidrološkoj postaji Zagreb na Savi

GODINA	VODOSTAJ	
	(cm)	(m/nm)
1964	514	117.40
1966	486	117.12
2010*	468	116.94
1933	455	116.81
1974	446	116.72
1979*	441	116.67
1926	436	116.62

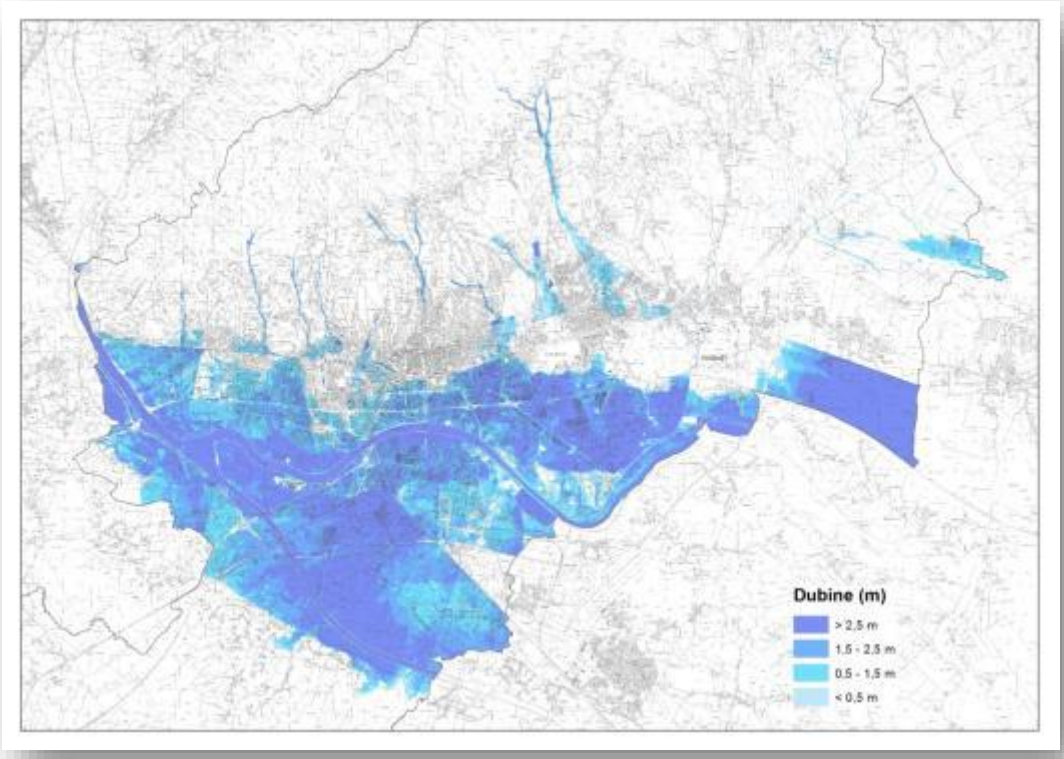
2012*	432	116.58
1973	429	116.55
1923	420	116.46
2014*	420	116.46
1980*	419	116.45
1998*	419	116.45
1959	405	116.31
1925	404	116.30
*- aktiviran preljev Jankomir		



Slika 6.12.-6. – Prikaz retencija na području grada Zagreba

Da bi se dogodila „katastrofalna“ poplava meteorološki uvjeti moraju biti iznimno nepovoljni, potrebno je da padnu velike količine oborina (jaki intenzitet dugog trajanja) kako na području Hrvatske tako i na području Slovenije, što dalje rezultira velikom zasićenosti tla vodom.

Na slici 6.12.-7. dan je prikaz dubine vode za malu vjerojatnost pojavljivanja na području grada Zagreba. Dubine vode su grupirane u četiri kategorije i to: <0,5 m, 0,5-1,5 m, 1,5-2,5 m i >2,5 m, a definirane su korištenjem digitalnog modela terena Državne geodetske uprave.



Slika 6.12.-7. – Prikaz dubine vode (m)

3.12.2. DOGAĐAJ

3.12.2.1. *Potres i poplava u gradu Zagrebu*

Opis posljedica složenog rizika po društvenim vrijednostima „život i zdravlje ljudi“, „gospodarstvo“ i „društvena stabilnost i politika“ dan je odvojeno za potres i za poplavu (uključujući gubitak funkcionalnosti sustava obrabne od poplava). Dobiveni rezultati posljedica dani su tablično (*Tablica 6.12.-13.-15.*) dok su matrice rizika prikazane grafički (*poglavlje 6.12.3*).

Potres

Ako pretpostavimo da je prethodno opisana razina opterećenja prema suvremenim propisima mjerodavna za postizanje zadovoljavajućeg odziva pri djelovanju potresa odgovarajućeg intenziteta, u skladu s propisanim zahtjevima za ponašanje, prema (*Tablica 6.12.-7.*) moguće je zaključiti da je ta razina opterećenja više od dva puta veća od one koja se koristila za projektiranje preko 90% stambenog fonda. Tablica 6. prikazuje načelnu podjelu stambenih jedinica po razdobljima primjene pojedinih propisa s osvrtom na potresnu otpornost, proračun konstrukcija na horizontalna opterećena u vrijeme gradnje i glavnih uzroka ugroženosti. Prikazana analiza je korištena tijekom identifikacije rizika od potresa jer unatoč nedostatku detaljnih podataka jasno ukazuje na ugroženost velikog dijela postojećeg fonda građevina.

Detaljnija procjena posljedica se prvenstveno temelji na procjeni stupnja oštećenja zgrada za definirano mjerodavno opterećenje. Preciznije postupke (*opisane u Scenariju: Podrhtavanje tla u gradu Zagrebu uzrokovano potresom na razini povratnog perioda usklađenog s propisima za projektiranje potresne otpornosti*), točke (*Scenarij, poglavlje 1.3 i 1.6.5.*), s obzirom na nedovoljnu dostupnost svih potrebnih podataka ne primjenjuju se u izradi ovog scenarija. Stoga su procjene oštećenja zgrada (*Tablica 6.12.-7.*) prvenstveno napravljene na temelju dostupnih parametara koji su uglavnom sistematizirani u Obrascima za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje (*Prilog u Scenariju*), a u procjene su bili uključeni stručnjaci na temelju iskustva, čime se pokušalo nadomjestiti postupke opisane u točki 1.6.5. navedenog Scenarija.

Obrasci obuhvaćaju analizu karakteristične tipologije gradnje po gradskim četvrtima, uz početnu procjenu oštećenja postavljenu prema EMS-98 klasifikaciji (*Scenarij, poglavlje 1.3.*) te su dopunjeni procjenama stručnjaka s obzirom na poznavanje specifičnih lokalnih uvjeta i iskustvo. Pri tome treba istaknuti da broj stambenih jedinica ne predstavlja građevine, s obzirom da službena statistika o broju građevina ne postoji, a izdvojeni postoci predstavljaju prosjek odnosno granične vrijednosti procjena. Obrascima nisu obuhvaćene specifične građevine (primjerice mostovi, industrijske građevine itd.).

Tablica 6.12.-7. – Pregled broja stambenih jedinica po razdobljima primjene pojedinih propisa za projektiranje

Razdoblje	do 1945.	1946.-1964.	1965.-1981.	1982.-1998.	1998.-2012.	2013.-
Opis propisa u primjeni	bez propisa	Rješenje o privremenim tehničkim propisima za opterećenje zgrada	Pravilnik o privremenim tehničkim propisima za građenje u seizmičkim područjima.	Pravilnik o tehničkim normativima za izgradnju objekata visokogradnje u seizmičkim područjima	prijelazno razdoblje: postupno uvođenje propisa ENV (Eurocode 8)	suvremeni mjerodavni propisi EN (Eurocode 8)
Motivacija za izmjene propisa			potres u Skopju 1963.	potres u crnogorskom primorju 1979.		
Broj stambenih jedinica	oko 40.000 (oko 13%)	oko 75.000 (oko 25%)	oko 87.000 (oko 30%)	oko 70.000 (oko 23%)	40.000 (oko 13%)	
Potresna otpornost građevina (gruba podjela prema tipu konstrukcija i načinu proračuna)	građevine s *inicijalnom* razinom potresne otpornosti (pretežno zidane zgrade s drvenim stropovima, od 1920 uvođenje AB stropova	građevine s *minimalnom* razinom potresne otpornosti (prevladavaju AB stropovi, zidane bez serklaža, itd.)	građevine s *niskom* razinom potresne otpornosti (zidane zgrade s horizontalnim i vertikalnim serklažima, AB stambene zgrade itd.)	građevine s *srednjom* razinom potresne otpornosti (zidane zgrade s horizontalnim i vertikalnim serklažima, okvirne konstrukcije, AB itd.)	građevine s *visokom* razinom potresne otpornosti (zidane, betonske, čelične, drvene itd.)	
Proračun konstrukcija (horizontalno opterećenje)	potres se nije uzimao u obzir kao opterećenje, ali se uzimalo horizontalno opterećenje vjetrom	potres se uzimao u obzir s pojednostavljnim metodama (npr. sila na vrhu zgrade)	prvi propisi za projektiranje potresne otpornosti, (potresna karta iz 1964. godine)	pravilnici, izmjene i dopune propisa za projektiranje potresne otpornosti (jednostavna pravila, preeliminarna potresna karta iz 1981. godine i potresna karta iz1988. godine)	razvoj i postupno uvođenje suvremenih propisa za projektiranje potresne otpornosti (jednostavna pravila, složeni proračun) povećanje projektnog opterećenja	<u>Europske norme</u> za projektiranje potresne otpornosti (složeni proračun), karta potresnih područja iz 2013.
Potresno opterećenje	do 5% mjerodavnog opterećenja	do 10% mjerodavnog opterećenja	30-50% mjerodavnog opterećenja	30-50% mjerodavnog opterećenja	75-100% mjerodavnog opterećenja	<u>100%</u> mjerodavno opt.
Uzroci ugroženosti	starenje materijala, događanja kroz povijest (potresi, požari, itd.), nedovoljna inicijalna otpornost, premašen projektirani vijek od 50 godina, slabo održavanje, posebno ugrožena kulturna baština	gradnja neprilagođena za prijenos horizontalnih sila, loša kvaliteta gradnje, loši detalji, upitni proračuni	projektirane na dosta manju potresnu silu - oštećivanje puno veće od predviđenog (moguće rušenje), loša kvaliteta materijala, loši detalji, nepotpuni proračuni, itd.	projektirane na značajno manju potresnu silu - oštećivanje veće od predviđenog, nezakonito izvedene građevine, preinake stambenih prostora (izlozi), nestručna dogradnja i	uglavnom projektirane na manju potresnu silu, oštećivanje veće od predviđenog, nezakonito izvedene građevine	složene, loše projektirane građevine

				rekonstrukcija (katovi dodatni) loši detalji, itd.		

Tablica 6.12.-8. – Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca

	GRADSKA ČETVRT GRADA ZAGREBA	Stambene jedinice	Procjena stupnja oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji				
			V	IV	III	II	I
1	Brezovica	4.706	0-2 %	1-5 %	5-20 %	20-35 %	30-50 %
2	Črnomerec	19.930	3-10 %	11-22 %	15-50 %	22-35 %	30 -40%
3	Donja Dubrava	14.778	3-15 %	15-25 %	15-25 %	20-30 %	30-45 %
4	Donji Grad	23.634	5-20%	15-25%	20-60%	15-30%	20-30%
5	Gornja Dubrava	26.190	2-15 %	10-25 %	15-20 %	15-30 %	30-40 %
6	Gornji Grad-Medveščak	17.445	3-10 %	15-20 %	15-60%	15-30 %	30-40 %
7	Maksimir	24.606	5-10 %	10-20 %	15-25%	20-30 %	30-50 %
8	Novi Zagreb-istok	29.068	3-5%	10-15 %	10-15 %	20-30 %	40-45 %
9	Novi Zagreb-zapad	27.580	2-6 %	7-20 %	10-20 %	10-50 %	50-60 %
10	Pešćenica-Žitnjak	26.770	3-5%	15-20%	10-25 %	15-30 %	25-40 %
11	Podsljeme	8.834	2-10 %	10-20 %	15-20%	25-30 %	30-40 %
12	Podsused-Vrapče	20.089	1-5 %	10-15 %	10-25 %	20-40 %	30-50 %
13	Sesvete	30.256	1-5 %	10-15 %	10-25 %	20-35 %	30-50 %
14	Stenjevec	23.469	1-2 %	3-7 %	10-15%	30-40%	40-50 %
15	Trešnjevka-jug	34.359	0-2 %	1-8 %	5-15 %	25-35 %	40-50 %
16	Trešnjevka-sjever	31.530	3-5 %	9-13 %	15-20 %	25-30 %	35-40 %
17	Trnje	23.700	2-15 %	10-25 %	18-35 %	25-50 %	10-40 %
	GRAD ZAGREB	386.944					

Za usporedbu su izdvojeni i postojeći rezultati iz ranijih procjena Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba [2] iz 2011. godine i nešto starija Prognoza štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu [13] iz 1992. Prognoze se također ne zasnivaju na suvremenim metodama, ali također ističu glavnu problematiku.

Prema Procjeni ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba [2] potres IX. stupnja po MCS skali bi uzrokovao rušenje preko 2.000 građevina (Tablica 8.) odnosno procjenjuje se da ne bi bilo za stanovanje preko 50.000 stambenih jedinica (oko 16% stambenog fonda), a ukupno oštećeno preko 185.000 stambenih jedinica (oko 60%). Prema istoj procjeni pretpostavilo se da bi poginulo 2.961 osoba, 6.233 bile bi duboko, 8.571 srednje, a 45.190 osoba plitko zatrpano. Također procijenjeno je da bi oko 130.000 stanovnika bi moglo ostati bez krova nad glavom, odnosno da će njihovi objekti zbog oštećenja biti nesigurni za daljnje stanovanje.

Prema *Prognozi štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu* [14] procijenjeno je da bi potpuno uništeno bilo oko 2.400 stambenih jedinica, teže oštećenih stambenih jedinica oko 39.200, a lakše oštećenih stambenih jedinica oko 38.400. Sumarno se očekivalo uništenje oko 11% stambenog fonda, a prema ugroženim stambenim jedinicama uzimajući prosjek od 3,1 osobe po stambenoj jedinici pretpostavilo se da bi bilo raseljeno oko 18% stanovništva (pretpostavljeno

oko 700.000 stanovnika). Također, pretpostavljeno je oko 2.000 poginulih osoba te 13.500 ozlijeđenih osoba.

Zadnji značajni potres u Zagrebu se dogodio 1880. godine i bio je jačine VIII stupnja Mercallijeve ljestvice (6,3 po Richteru) s epicentrom na području Medvednice (*Scenarij; točka 1.2.1.*). Poginulo je dvoje ljudi i 29 ih je bilo teško ozlijeđeno. Razorene su bile brojne zagrebačke zgrade (uključujući zagrebačku katedralu) i mnogo stanovništva je pobjeglo ili se iselilo. Možda najbolje opisuje štetu Izvješće posebnog Povjerenstva tadašnjeg gradskog poglavarstva:
„Ne računajući crkve, kapele i velike državne zgrade nastradalo je od potresa 485 kuća u tolikoj mjeri, da će troškovi popravka daleko premašiti godišnji dohodak ovih kuća. Daljnje 462 kuće oštećene su toliko, da će se za njihov popravak potrošiti preko 40 postotaka bruto dohotka tih kuća. Manje pako štete pretrpjela je 451 kuća. U svemu oštećeno u Zagrebu 1758 kuća, ne računajući ovamo kuće, koje nisu povjerenstvu prijavljene. Za popravak oštećenih kuća morat će se izdati najmanje dva milijuna forinti."

Procjena očekivanih žrtava i šteta je napravljena i po Švicarskim propisima SIA [15] (*Tablica 6.12.-10.*), s tim da treba imati na umu da procjena ne obuhvaća specifične 'lokalne' uvjete već je napravljena prema procjenama očekivanih oštećenja po EMS-98 klasifikaciji.

Tablica 6.12.-9. – Pregled oštećenja stambenih građevinskih jedinica za IX. stupanj MCS [12]

	GRADSKE ČETVRTI	BROJ OBJEKATA	STUPANJ OŠTEĆENJA za IX. stupanj MCS				
			1.	2.	3.	4.	5.
			lagana	umjerena	teška	razorna	rušenje
1	Brezovica	**3.944**	907	789	572	55	27
2	Črnomerec	**16.341**	3.758	3.268	2.369	229	111
3	Donja Dubrava	**12.172**	2.800	2.434	1.765	170	83
4	Donji grad	**21.548**	4.956	4.310	3.124	302	147
5	Gornja Dubrava	**23.206**	5.337	4.641	3.365	325	158
6	Gornji grad - Medveščak	**16.437**	3.781	3.287	2.383	230	112
7	Maksimir	**21.306**	4.900	4.261	3.089	298	145
8	Novi Zagreb - istok	**25.977**	5.975	5.195	3.767	364	177
9	Novi Zagreb - zapad	**18.421**	4.237	3.684	2.671	258	125

	GRADSKE ČETVRTI	BROJ OBJEKATA	STUPANJ OŠTEĆENJA za IX. stupanj MCS				
			1.	2.	3.	4.	5.
			lagana	umjerena	teška	razorna	rušenje
10	Peščenica - Žitnjak	**22.899**	5.267	4.580	3.320	321	156
11	Podsljeme	**6.743**	1.551	1.349	978	94	46
12	Podsused - Vrapče	**15.378**	3.537	3.076	2.230	215	105
13	Trešnjevka - sjever	**25.639**	5.897	5.128	3.718	359	174
14	Trešnjevka - jug	**27.463**	6.316	5.493	3.982	384	187
15	Trnje	**20.280**	4.664	4.056	2.941	284	138
16	Sesvete	**20.172**	4.640	4.034	2.925	282	137
17	Stenjevec	**14.895**	3.426	2.979	2.160	209	101
UKUPNO		**312.821**	**71.949**	**62.564**	**45.359**	**4.379**	**2.127**

Za usporedbu su izdvojeni i postojeći rezultati iz ranijih procjena Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba [2] iz 2011. godine i nešto starija Prognoza štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu [13] iz 1992. Prognoze se također ne zasnivaju na suvremenim metodama, ali također ističu glavnu problematiku.

Prema Procjeni ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba [2] potres IX. stupnja po MCS skali bi uzrokovao rušenje preko 2.000 građevina (*Tablica 6.12.-8.*) odnosno procjenjuje se da ne bi bilo za stanovanje preko 50.000 stambenih jedinica (oko 16% stambenog fonda), a ukupno oštećeno preko 185.000 stambenih jedinica (oko 60%). Prema istoj procjeni pretpostavilo se da bi poginulo 2.961 osoba, 6.233 bile bi duboko, 8.571 srednje, a 45.190 osoba plitko zatrpano. Također procijenjeno je da bi oko 130.000 stanovnika bi moglo ostati bez krova nad glavom, odnosno da će njihovi objekti zbog oštećenja biti nesigurni za daljnje stanovanje.

Prema *Prognozi štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu* [14] procijenjeno je da bi potpuno uništeno bilo oko 2.400 stambenih jedinica, teže oštećenih stambenih jedinica oko 39.200, a lakše oštećenih stambenih jedinica oko 38.400. Sumarno se očekivalo uništenje oko 11% stambenog fonda, a prema ugroženim stambenim jedinicama uzimajući prosjek od 3,1 osobe po stambenoj jedinici pretpostavilo se da bi bilo raseljeno oko 18% stanovništva (pretpostavljeno oko 700.000 stanovnika). Također, pretpostavljeno je oko 2.000 poginulih osoba te 13.500 ozlijeđenih osoba.

Zadnji značajni potres u Zagrebu se dogodio 1880. godine i bio je jačine VIII stupnja Mercallijeve ljestvice (6.3 po Richteru) s epicentrom na području Medvednice (*Scenarij; točka 1.2.1.*). Poginulo je dvoje ljudi i 29 ih je bilo teško ozlijeđeno. Razorene su bile brojne zagrebačke zgrade (uključujući zagrebačku katedralu) i mnogo stanovništva je pobjeglo ili se iselilo. Možda najbolje opisuje štetu Izvješće posebnog Povjerenstva tadašnjeg gradskog poglavarstva:
„Ne računajući crkve, kapele i velike državne zgrade nastradalo je od potresa 485 kuća u tolikoj mjeri, da će troškovi popravka daleko premašiti godišnji dohodak ovih kuća. Daljnje 462 kuće oštećene su toliko, da će se za njihov popravak potrošiti preko 40 postotaka bruto dohotka tih kuća. Manje pako štete pretrpjela je 451 kuća. U svemu oštećeno u Zagrebu 1758 kuća, ne računajući ovamo kuće, koje nisu povjerenstvu prijavljene. Za popravak oštećenih kuća morat će se izdati najmanje dva milijuna forinti."

Procjena očekivanih žrtava i šteta je napravljena i po Švicarskim propisima SIA [15] (*Tablica 6.12.-10.*), s tim da treba imati na umu da procjena ne obuhvaća specifične 'lokalne' uvjete već je napravljena prema procjenama očekivanih oštećenja po EMS-98 klasifikaciji.

Tablica 6.12.-10. – Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA [15]

	Gradska četvrt	Stanovnici	Stambene jedinice	Očekivane žrtve	Očekivane štete [EUR]
1	**Brezovica**	12.040	4.706	99	20.753.460,00
2	**Črnomerec**	39.040	19.930	239	50.223.600,00
3	**Donja Dubrava**	36.461	14.778	310	65.170.980,00
4	**Donji Grad**	37.123	23.634	1.241	260.564.850,00
5	**Gornja Dubrava**	62.221	26.190	550	115.497.900,00
6	**Gornji Grad-Medveščak**	31.279	17.445	916	192.331.125,00
7	**Maksimir**	49.448	24.606	517	108.512.460,00
8	**Novi Zagreb-istok**	59.227	29.068	610	128.189.880,00
9	**Novi Zagreb-zapad**	58.025	27.580	83	17.375.400,00
10	**Pešćenica-Žitnjak**	56.446	26.770	562	118.055.700,00
11	**Podsljeme**	19.249	8.834	186	38.957.940,00
12	**Podsused-Vrapče**	45.771	20.089	422	88.592.490,00
13	**Sesvete**	70.633	30.256	635	133.428.960,00
14	**Stenjevec**	51.849	23.469	493	103.498.290,00

15	**Trešnjevka-jug**	66.595	34.359	103	21.646.170,00
16	**Trešnjevka-sjever**	55.342	31.530	662	139.047.300,00
17	**Trnje**	42.126	23.700	498	104.517.000,00
	UKUPNO	**792.875**	**386.944**	**8.126**	**1.706.363.505,00**

Tablica 6.12.-11. – Procjena očekivanih ljudskih žrtava i šteta po društvenim vrijednostima

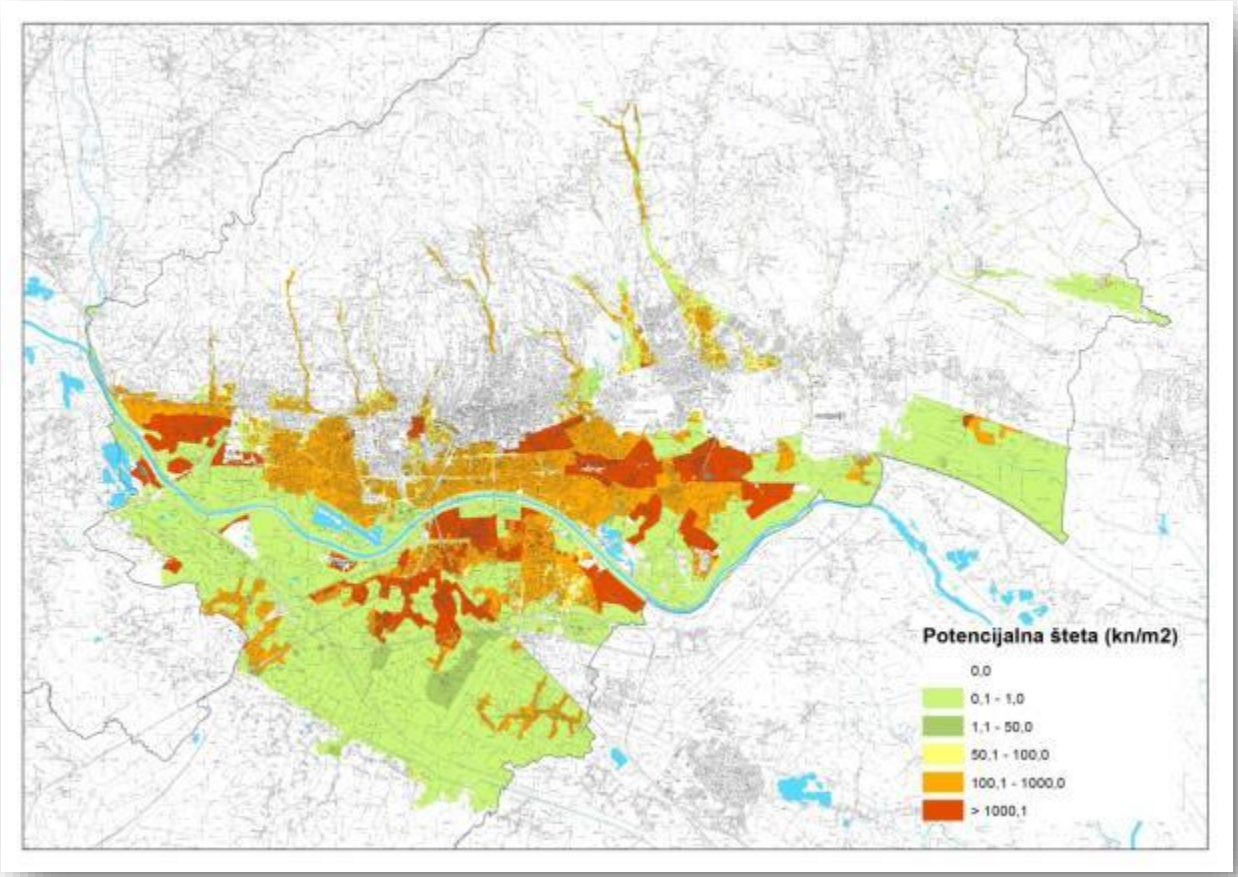
	Gradska četvrt	Očekivane žrtve	Očekivane štete u kn (Gospodarstvo)	Očekivane štete u kn* (Društvena stabilnost i politika)
1	Brezovica	99	155.650.950,00 kn	77.825.475,00 kn
2	Črnomerec	239	376.677.000,00 kn	188.338.500,00 kn
3	Donja Dubrava	310	488.782.350,00 kn	244.391.175,00 kn
4	Donji Grad	1.241	1.954.236.375,00 kn	977.118.187,50 kn
5	Gornja Dubrava	550	866.234.250,00 kn	433.117.125,00 kn
6	Gornji Grad-Medveščak	916	1.442.483.437,50 kn	721.241.718,75 kn
7	Maksimir	517	813.843.450,00 kn	406.921.725,00 kn
8	Novi Zagreb-istok	610	961.424.100,00 kn	480.712.050,00 kn
9	Novi Zagreb-zapad	83	130.315.500,00 kn	65.157.750,00 kn
10	Pešćenica-Žitnjak	562	885.417.750,00 kn	442.708.875,00 kn
11	Podsljeme	186	292.184.550,00 kn	146.092.275,00 kn
12	Podsused-Vrapče	422	664.443.675,00 kn	332.221.837,50 kn
13	Sesvete	635	1.000.717.200,00 kn	500.358.600,00 kn
14	Stenjevec	493	776.237.175,00 kn	388.118.587,50 kn
15	Trešnjevka-jug	103	162.346.275,00 kn	81.173.137,50 kn
16	Trešnjevka-sjever	662	1.042.854.750,00 kn	521.427.375,00 kn
17	Trnje	498	783.877.500,00 kn	391.938.750,00 kn
UKUPNO		**8.126**	**12.797.726.287,50 kn**	**6.398.863.143,75 kn**

* - 50% očekivane štete za gospodarstvo

Poplava

U slučaju gubitka funkcionalnosti nasipa uslijed potresa u trenutku velikog vodnog događaja, prema definiranom scenariju, uslijedilo bi plavljenje stambenih, poljoprivrednih gospodarskih i drugih površina te infrastrukture sa značajnom materijalnom štetom. Nadalje, ovakav vodni val zasigurno bi prouzročio veliki broj poginulih, ozlijeđenih i zatrpanih osoba pod naplavinama, dok bi dio stanovništva ostao bez osnovnih uvjeta za život, bez redovne opskrbe, zdravstvene zaštite i slično.

Na osnovi podataka o dubini i obuhvatu poplave (*Slika 6.12.-7.*) korištenjem modela NACER proračunate su potencijalne štete od poplave prema definiranom scenariju (*Slika 6.12.-8.*). Uzeti su u obzir podaci o prostornom obuhvatu gradskih četvrti, njihovi statistički podaci, sa dubinama vode uz primjenu krivulja štete za izračun šteta u funkciji dubine vode.



Slika 6.12.-8. - Prikaz potencijalne štete (kn/m²)

U tablici 6.12.-12. dana je procjena očekivanog broja ugroženog stanovništva i šteta (gospodarstvo i društvena stabilnost i politika) na području grada Zagreba. U slučaju prikazanog scenarija, potencijalni broj ugroženog stanovništva kretao bi se oko 275.000, a štete na gospodarstvu dosegle bi iznos oko 138 milijardi kuna, dok štete vezane uz društvenu stabilnost i politiku bile bi reda veličine 70 milijardi kuna.

Tablica 6.12.-12. – Procjena očekivanih ljudskih žrtava i šteta po društvenim vrijednostima

	Gradska četvrt	Očekivane žrtve	Očekivane štete u kn (Gospodarstvo)	Očekivane štete u kn (Društvena stabilnost i politika)
1	Brezovica	493	7.914.330,16	3.957.165,08
2	Črnomerec	9.062	410.206.210,53	205.103.105,27
3	Donja Dubrava	7.041	1.832.915.910,73	916.457.955,37
4	Donji Grad	359	151.410.312,66	75.705.156,33
5	Gornja Dubrava	11.695	625.779.081,33	312.889.540,67
6	Gornji Grad-Medveščak	805	54.463.183,05	27.231.591,53
7	Maksimir	5.844	209.478.066,78	104.739.033,39
8	Novi Zagreb-istok	13.054	13.066.785.693,30	6.533.392.846,65
9	Novi Zagreb-zapad	54.363	21.806.675.141,80	10.903.337.570,90
10	Pešćenica-Žitnjak	49.460	62.761.498.233,80	31.380.749.116,90
11	Podsljeme	3.418	153.440.503,08	76.720.251,54
12	Podsused-Vrapče	12.866	7.905.359.153,39	3.952.679.576,70
13	Sesvete	2.056	362.537.721,51	181.268.860,76
14	Stenjevec	23.105	14.482.063.436,70	7.241.031.718,35
15	Trešnjevka-jug	26.103	1.314.119.554,61	657.059.777,31
16	Trešnjevka-sjever	28.404	1.895.388.506,95	947.694.253,48
17	Trnje	26.123	10.609.869.771,10	5.304.934.885,55
UKUPNO		**274.251**	**137.649.904.811,48**	**68.824.952.405,74**

.16.1.5. Posljedice

.16.1.5.1. ŽIVOT I ZDRAVLJE LJUDI

Potres

Posljedice na život i zdravlje ljudi se prvenstveno promatraju u odnosu na poginule, ozlijeđene i trajno raseljene stanovnike, a potom i sve stanovnike trenutno zahvaćene posljedicama djelovanja potresa (evakuirani, sklonjeni itd.). Podaci istaknuti u prethodnom poglavlju jasno argumentiraju da će procjena posljedica biti katastrofalna.

Bitno je istaknuti da se očekuje veći broj srušenih građevina, a s tim i veće stradavanje ljudi koje uključuje i poginule. To potvrđuju i dodatne analize procjene žrtava napravljene prema SIA [15] (*Tablica 6.12.-10*).

Prema priloženim podacima očekuje se da će samo ozlijeđenih biti preko 8.000, a ako se uzme u obzir ukupni broj oštećenih stambenih jedinica odnosno broj evakuiranih, sklonjenih osoba broj osoba će značajno premašiti kriterij za katastrofalne posljedice. Potrebno je istaknuti da bi izgradnja zamjenskih građevina i sanacija oštećenih građevina (koje su procijenjene da se mogu sanirati) bi bila jako dugotrajna te se očekuje iseljavanje značajnijeg broja stanovnika. Posebice, ako se podrhtavanja tla budu nastavila i osjetila kao i u potresu 1880. godine. Broj raspoloživih kreveta u bolnicama neće

biti dostatan, a nepovoljni položaj bolnica što se tiče smještaja u starom dijelu grada (godina izgradnje, požari, uske ulice itd.) će biti još više istaknut, posebice što se tiče povezanosti s općinama preko rijeke Save.

Postoje postupci koji detaljnije procjenjuju posljedice, prvenstveno se oslanjajući na procjenu stupnja oštećenja građevina (rezultat su poginuli, duboko zatrpani, srednje zatrpani i plitko zatrpani), ali uzimajući u obzir i brojne ostale faktore kao što je rušenje namještaja (padanje predmeta), broj osoba u gradu koje nemaju prebivalište (turisti, radna snaga itd.), doba dana, itd. (*Scenarij, točka 1.6.6.*). Takve postupke nije moguće primijeniti u izradi ovog scenarija s obzirom na nedostupnost podataka.

Poplava

Podaci o broju ugroženih stanovnika dobiveni su na osnovi podataka o broju stanovništva koji su preuzeti iz popisa stanovništva iz 2011. godine od Državnog zavoda za statistiku. Broj ugroženih stanovnika dobiven je preklapanjem obuhvata poplave uzrokovane opisanim scenarijem sa granicama naseljenog područja. Dobivene vrijednosti pokazuju da je potencijalno ugroženo oko 35% stanovnika grada Zagreba. Posljedice potencijalne ugroze procjenjuju se kao katastrofalne.

Posljedice na život i zdravlje ljudi procijenjene su kao katastrofalne, i za potres i za poplavu. (Tablica 6.12.-13).

Tablica 6.12.-13. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi				
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (br. stanovnika)**	**Potres**	**Poplava**
1	Neznatne	< 50		
2	Malene	50 - 200		
3	Umjerene	201 - 500		
4	Značajne	501 - 1500		
5	Katastrofalne	> 1500	**X**	**X**

U poglavlju 6.12.3. vidljivo je da su život i zdravlje ljudi sa aspekta potresa i poplava u domeni umjerenog rizika iako su posljedice ocjenjene katastrofalnim. Razlog je izuzetno mala vjerojatnost pojave scenarija.

.16.1.5.2. GOSPODARSTVO

Potres

Posljedice na gospodarstvo će se procijeniti kroz direktne (izravne) i indirektne (neizravni) gubitke kao što je detaljnije opisano u Scenariju (*Scenarij, točke 1.3 i A 2.1.2.*) Direktni gubici se vežu za oštećenja građevina (stambenih jedinica) kao što je trošak popravka građevine (dovođenje građevine

u dostatnu razinu sigurnosti) ili trošak uklanjanja građevine (za građevine koje su procijenjene da nisu sigurne za uporabu) i izgradnje novih (zamjenskih) građevina itd. Uobičajena je pretpostavka se da će se vrlo teško oštećene građevine morati ukloniti i ponovo izgraditi jer će šteta premašiti 50% vrijednosti građevine. Značajno do teško oštećenim građevinama ne bi izravno bila ugrožena nosivost konstrukcije pa je moguća sanacija (nakon procjene), a građevine s umjerenim oštećenjem će se uglavnom moći brzo i jeftino sanirati. Troškovnička stavka dovođenja građevine u prvotno stanje bilo popravkom ili ponovnom izgradnjom može značajno varirati s obzirom na stupanj oštećenja i tip građevine (*Scenarij, točka 1.6.6*) ali i mnogo drugih parametara kao što je lokacija u gradu. Grubu procjenu moguće je napraviti prema dostupnim podacima [16, 17, 13], pridruživanjem troškovničke stavke stupnju oštećenja sve uz pretpostavku prosječne površine stambene jedinice od 69,0 m^2 (*Scenarij, Prilog*). S obzirom na sve navedeno, očito je da će prema postocima oštećenih stambenih jedinica (Tablica 6.12.-8.) posljedice biti katastrofalne. Isto potvrđuje i analiza napravljena prema SIA [15] (Tablica 6.12.-10.), s tim da ista ne uključuje lokalne specifičnosti.

Indirektni (neizravni) gubici bi bili vrlo značajni s obzirom da je Grad Zagreb središte državne, regionalne i lokalne uprave te prometno središte države i sjecište europskih prometnih smjerova (istok-zapad i sjever-jug). Kao što je u Scenariju (točka Pogreška! Izvor reference nije pronađen.) jasno istaknuto, u Zagrebu se nalaze brojne obrazovne, kulturne, umjetničke i zdravstvene institucije, industrijski pogoni, poslovni subjekti i kulturna baština neprocjenjive nacionalne vrijednosti itd. Ukupnu razinu indirektnih troškova je teško predvidjeti s obzirom na brojne parametre, ali ako istaknemo činjenicu da Grad Zagreb predstavlja trećinu ukupnog gospodarstva Hrvatske (Scenarij, točka Pogreška! Izvor reference nije pronađen.) te mnoga gospodarstva iz regije gravitiraju prema Zagrebu očito je da bi potres značajno ugrozio gospodarsku stabilnost. Troškovi se mogu promatrati kroz: prekid poslovanja, zaustavljene razne proizvodne aktivnosti (primjerice energija), prekid dostave resorsa za održavanje poslovanja, gubitak opreme (industrijske, zdravstvene, računalne, laboratorija, itd) u objektima, gubitak zarade, oštećenje transportnih puteva, prekid komunikacijske mreže, oštećenje ključne komunalne infrastrukture (energija, voda itd.), troškovi oporavka privatne i državne imovine, gubitak radnih mjesta, gubitak radne snage, povećane potrebe za smještajnim kapacitetima, zagađenje okoliša, srušene trgovine (trgovački centri) itd. Ostali potencijaIni indirektni utjecaji [15, 18, 17] mogu biti: požari, odroni tla i otvaranje klizišta, poplave, tehničko-tehnološke katastrofe slijedom stradavanja gospodarskih objekata, epidemiološke i sanitarne opasnosti slijedom ne funkcioniranja nadležnih, prekidi proizvodnih i opskrbnih lanaca (stradava ekonomska stabilnost), nesreće na odlagalištima otpada itd.

Za točnu procjenu svih ekonomskih parametara za grad kao što je Zagreb su potrebne iscrpne i dugotrajne analize, ali obzirom na trenutnu tešku gospodarsku situaciju, manjak rezervi kapitala, brojnih poslovnih i stambenih kredita, može se očekivati brzi gubitak poslovnih subjekata, jako spori oporavak tvrtki i u konačnici značajan porast nezaposlenosti. Bitan je i posredni utjecaji u vremenu poslije potresa, a koji ovise o lančanoj reakciji kroz ekonomiju regije.

Ako sumiramo sve navedeno i uočimo da se preklapa visoki seizmički rizik na glavnom gradu države koji ujedno predstavlja i gospodarsko središe jasno je da bi izravne štete predstavljale tek manji dio i ukupna šteta se može nedvojbeno procijeniti kao katastrofalna.

Poplava
U okviru štete u gospodarstvu promatrane su posljedice poplava za gospodarske aktivnosti i zemljišni pokrov unutar poplavnog područja. Svaka vrsta korištenja zemljišta je povezana s odgovarajućim bazama podataka CORINE land cover 2006. Proračun gospodarskih šteta je proveden na osnovu metodologije NACER. „Katastrofalna“ poplava na području grada Zagreba nanijela bi velike gospodarske štete koje se procjenjuju kao katastrofalne.

Posljedice na gospodarstvo procijenjene su kao katastrofalne, i za potres i za poplavu. (Tablica 6.12.-14).

U poglavlju 6.12.3. vidljivo je da su gospodarske aktivnosti sa aspekta potresa i poplava u domeni umjerenog rizika iako su posljedice ocjenjene katastrofalnim. Razlog je izuzetno mala vjerojatnost pojave scenarija.

Tablica 6.12.-14. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo				
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kuna)**	**Potres**	**Poplava**
1	Neznatne	< 250		
2	Malene	250-700		
3	Umjerene	700-1.500		
4	Značajne	1500-7.000		
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**	**X**

.16.1.5.3. DRUŠTVENA STABILNOST I POLITIKA

Potres
Zagreb kao glavni grad i administrativni centar predstavlja ključnu točku društvene stabilnosti i politike (*Scenarij, poglavlje 1.6.*) Za procjenu posljedica mora se istaknuti da su u Zagrebu smještene gotovo sve ključne državne institucije kao što su Hrvatski sabor, Ured predsjednice Republike Hrvatske, Vlada RH (Banski dvori), Ustavni sud, Vrhovni sud Republike Hrvatske, brojni ostali sudovi (županijski, općinski građanski, kazneni, visoki upravni, radni, visoki trgovački, prekršajni itd.), Državno odvjetništvo Republike Hrvatske, gotovo sva Ministarstva (28 zgrada), državni zavodi, državni uredi itd. Detaljni prikaz građevina nalazi se u Prilogu Scenarija, a u točki 1.6.1. su izdvojene ključne građevine od javnog i društvenog značaja, uključujući godinu izgradnje i lokaciju, koje se mogu izravno povezati s tablicom procjene oštećenja (*Tablica 6.12.-8.*).

S obzirom na koncentraciju građevina od javnog i društvenog značaja koje su uglavnom izgrađene prije prvih propisa za projektiranje potresno otpornih zgrada, što ih svrstava u značajno ugrožene (*Tablica 6.12.-8.*), očito je da se posljedice mogu procijeniti kao katastrofalne. Dodatno, izdvojene građevine su većinom smještene u staroj jezgri gdje postoji i značajna opasnost od požara (nakon djelovanja potresa).

Posebno važan element, neposredno nakon potresa, je neprekinuto funkcioniranje administracije da se spriječi ulijevanje nesigurnosti, straha, narušavanja javnog reda i mira posebice ako dođe do izražaja nespremnost odgovornih institucija za ponašanje poslije potresa (prihvatni centri, kapaciteti bolnica, opskrbi hrane i vode itd.). Posebno su važni sustavi informiranja (državne i javne televizije) koji ne smiju biti prekinuti, a gotovo svi glavni su smješteni u gradu Zagrebu (*Scenarij, poglavlje 1.6.1.*). S obzirom na pretpostavljene posljedice svi potresom prekinuti sustavi zahtijevati dugo vremensko razdoblje za ponovnu uspostavu (uništena radna mjesta, izgubljene baze podataka, itd.) te će dodatne posljedice zbog dugotrajne obnove, a posebice zbog prekinutog funkcioniranja države, biti velike. Analiza neizravnih posljedica zahtijeva iscrpne ekonomske analize stoga nisu uzete u obzir.

Elementi kritične infrastrukture u Zagrebu su jasno istaknuti u Scenariju poglavlje 1.6.1. gdje je važnost i veličina Grada Zagreba sa svim svojim sadržajima ponovo došla do izražaja. Također, utjecaj na kritičnu infrastrukturu je opisan u točki Pogreška! Izvor reference nije pronađen., a u Prilogu je dodatno izdvojen popis i broj ključnih elemenata kritične infrastrukture grada Zagreba. Analize pojedinačnih elemenata kritične infrastrukture nisu analizirane pa nije moguće precizno procijeniti razinu utjecaja, ali s obzirom na očitu koncentraciju kritične infrastrukture, te da je ista uglavnom napravljena prije suvremenih propisa (projektirane na manju potresnu silu), očito je da bi značajniji potres uzrokovao katastrofalne posljedice.

Sva kritična infrastruktura je izravno ugrožena od potresa, a uništenje ili značajno oštećenje će zahtijevati dugotrajni oporavak odnosno dugotrajniji prekid gdje će biti ugrožena većina od 792.875 građana

Poplava

Proračun štete za društvenu stabilnost i politiku proveden je također na osnovu metodologije NACER. Idejni koncept se temelji na raspoloživim podacima. Radi nedostupnosti podataka (položaj i vrijednosti) o kritičnoj infrastrukturi i građevinama javnog društvenog značaja a imajući u vidu postojeća iskustva stručno je procijenjeno da štete na njima sudjeluju u ukupnoj šteti na izgrađenim područjima s po 25%.

Posljedice na društvenu stabilnost i politiku procijenjene su kao katastrofalne, i za potres i za poplavu. (*Tablica 6.12.-15*).

Tablica 6.12.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku

Društvena stabilnost i politika				
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kuna)**	**Potres**	**Poplava**
1	Neznatne	< 250		
2	Malene	250-700		
3	Umjerene	700-1.500		
4	Značajne	1.500-7.000		
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**	**X**

U poglavlju 6.12.3. vidljivo je da je društvena stabilnost i politika sa aspekta potresa i poplava u domeni umjerenog rizika iako su posljedice ocjenjene katastrofalnim. Razlog je izuzetno mala vjerojatnost pojave scenarija.

.16.1.5.4. UKUPNO

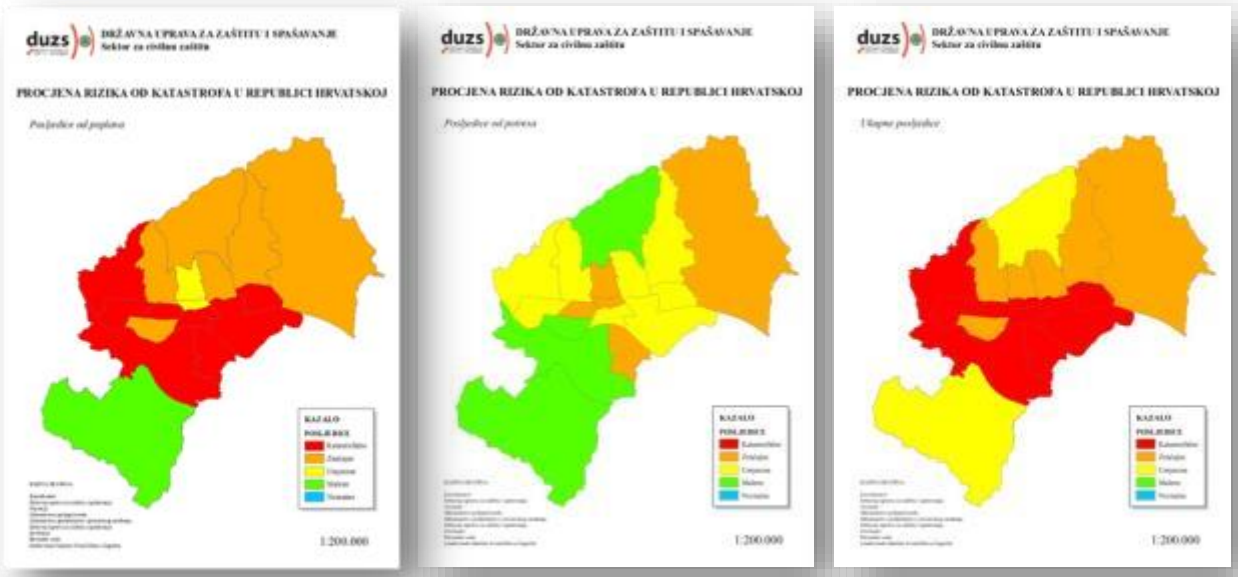
Ocjena složenosti matrice ukupnog rizika poplava je dobivena na osnovi rezultata metode težinskih koeficijenata. Osim financijskih šteta značajan utjecaj na gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku (kritična infrastruktura, građevine javnog društvenog značaja) imaju i posljedice uzrokovane negativnim posljedicama na stanovništvo. Radi toga je težinskom koeficijentu stanovništva dodijeljena vrijednost četiri (4), odnosno na gospodarske posljedice i na društvenu stabilnost i politiku jednak utjecaj imaju koliko financijske štete toliko i ugroženost stanovništva.

Ukupne vrijednosti kategorija društvenih vrijednosti (*Tablica 6.12.-16.*) dobivene su na osnovi zbroja apsolutnih vrijednosti svake pojedine društvene vrijednosti poplava i potresa. Ukupni rizik dobiven je umnoškom kategorije vjerojatnosti i srednje vrijednosti kategorija bez pridruživanja težinskih koeficijenata.

Tablica 6.12.-16. – Ukupne vrijednosti kategorija društvenih vrijednosti

	Gradska četvrt	Vjerojatnost	Očekivane žrtve	Očekivane štete (Gospodarstvo)	Očekivane štete (Društvena stabilnost i politika)
1	Brezovica	1	4	2	2
2	Črnomerec	1	5	3	3
3	Donja Dubrava	1	5	5	4
4	Donji Grad	1	5	5	4
5	Gornja Dubrava	1	5	4	3
6	Gornji Grad-Medveščak	1	5	4	3
7	Maksimir	1	5	4	3
8	Novi Zagreb-istok	1	5	5	5
9	Novi Zagreb-zapad	1	5	5	5
10	Pešćenica-Žitnjak	1	5	5	5
11	Podsljeme	1	5	3	2
12	Podsused-Vrapče	1	5	5	5
13	Sesvete	1	5	4	3
14	Stenjevec	1	5	5	5
15	Trešnjevka-jug	1	5	5	3
16	Trešnjevka-sjever	1	5	5	4
17	Trnje	1	5	5	5
Grad Zagreb		**1**	**5**	**5**	**5**

U poglavlju 6.12.3. vidljivo je da matrica za ukupni rizik sa aspekta potresa i poplava u domeni umjerenog rizika iako su posljedice ocjenjene katastrofalnim. Razlog je izuzetno mala vjerojatnost pojave scenarija.



Slika 6.12.-9. – Posljedice (Poplava, Potres, Ukupne)

U poglavlju 6.12.3. vidljivo je da sve gradske četvrti, za ukupni složeni rizik, sa aspekta potresa i poplava spadaju u domenu umjerenog rizika iako su posljedice u pojedinim četvrtima ocjenjene katastrofalnim, kao i posljedice za cijelo područje grada Zagreba. Razlog umjerenom riziku je izuzetno mala vjerojatnost ovakve pojave.

.16.1.6. Vjerojatnost događaja

Tablica 6.12.-17. – Vjerojatnost/frekvencija potresa

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.12.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Potres

U Scenariju su više puta istaknuti postupci koji bi omogućili preciznije podatke i točniju analizu posljedica, ali s obzirom da podaci za takve procjene nisu dostupni procjene posljedica su napravljene prema dostupnim bazama, dosadašnjim iskustvima, preporučenoj literaturi i posebno napravljenim Obrascima (*Scenarij, Prilog*).

Kao što je već opisano u Obrascima su sistematizirani dostupni podaci o građevinama koje su prepoznate kao karakteristična tipologija gradnje unutar gradskih četvrti odnosno općina za koje postoje statistički podaci o stambenim jedinicama i broj stanovnika. Očito je da nije moguće obuhvatiti sve karakteristične tipove građevina, niti je moguće točno procijeniti njihovu zastupljenost unutar gradskih četvrti bez opsežnog istraživanja.

Procjene oštećenja (*Tablica 6.12.-8.*) na koje se naslanjaju procjene posljedica su gruba procjena oštećenja prema EMS-98 klasifikaciji nadopunjena sa procjenama stručnjaka s obzirom na poznavanje i iskustvo s obziro na specifične lokalne uvjete (nezakonito izvedene zgrade, rasjedi, klizišta, kvaliteta gradnje, specifična tipologija gradnje itd.). Procjene su vrlo grube s obzirom na nedostatak pouzdanih parametara, sadržavaju subjektivne elemente ali i brojna specifična ograničenja kao što su:

- ne postoje sistematizirane baze podataka o tipologiji gradnje, a postoji niz specifičnih tipova građevina kao što su montažne građevina tipa Jugomont JU-60, zgrade izgrađene tunelskom oplatom, stambeni blokovi u Donjem gradu itd.
- veliki broj nezakonito izvedenih građevina (bez valjane dokumentacije) koje uključuju i nepovoljne intervencije (npr. rušenje nosivih zidova za izloge) u nosivu konstrukciju odnosno promjenu bitnih zahtjeva za građevinu,
- nesigurnost u procjeni ranjivosti pojedinih građevina zbog razlike u znanju o starim građevinama u odnosu na građevine projektirane sukladno suvremenim propisima,
- ne postoje podaci o izvedbi građevina, korištenim materijalima, mogućim pogreškama u gradnji, naknadnim sanacijama
- ne postoje podaci o djelovanju potresa na građevine (kvartove) kroz povijest i eventualnim posljedicama
- građevine su obično projektirane na vijek trajanja od 50 godina što je premašeno (degradacija materijala) kod većeg dijela postojećeg stambenog fonda.
- itd.

Procjena posljedica na život i zdravlje ljudi je najviše vezana za stupanj oštećenja građevina jer bez detaljnih istraživanja nije moguće precizno procijeniti broj poginulih te duboko, srednje i plitko zatrpanih. Posljedice su procijenjene prema broju ugroženih zgrada (*Tablica 6.12.-7.*) stoga je nesigurnost procjene vezana za nesigurnosti u procjeni oštećenja zgrada, ali s obzirom na postavljene kriterije možemo zaključiti da će višestruko premašiti kriterij katastrofalnih posljedica.

Procjena posljedica na gospodarstvo se vezala na direktne (izravne) i indirektne (neizravne) gubitke. Direktne posljedice su također izravno vezane na oštećenja građevina odnosno nesigurnosti u procjeni su vezane za nesigurnosti u procjeni oštećenih zgrada. Navedene troškovničke stavke oporavka građevina su napravljene koristeći minimalne vrijednosti procjena (*Tablica 6.12.-8.*), ali i prosječnu procjenu troškova prema dostupnim analizama 300 (obiteljske kuće) – 800 (poslovne zgrade) EUR/m^2 [9] i oko 1.300 EUR/m^2 [16]. Prema stupnjevima oštećenja stavke su pridodane na način da se za V. stupanj oštećenja (rušenje) pridodaje 100% troškovničke vrijednosti ove zgrade kojoj je potrebno dodati oko 20% njene vrijednosti za troškove uklanjanja i zbrinjavanja nastalog otpada. Sa druge strane za I. stupanj oštećenja štete su do 1% ukupne troškovničke vrijednosti zgrade. Između ovih krajnjih vrijednosti pretpostavljaju se za IV. stupanj oštećenja troškovi od 80–100% troškovničke vrijednosti zgrade (investiranje kako bi se zgrada dovela u uporabljivo stanje), za III. stupanj 40 – 80% troškovničke vrijednosti zgrade i za II. stupanj 1 – 40%. Vrijednosti su orijentacijske odnosno ne mogu predstavljati realne troškove potrebe za popravak zgrada jer isti odstupaju ovise o mnoštvu parametara (starost građevine, vrsta materijala itd.). Indirektne posljedice je vrlo teško procijeniti, ali s obzirom na kontekst Grada Zagreba (*Scenarij, poglavlje 1.6.*) može se zaključiti da bi ukupne posljedice bile katastrofalne i bez detaljnih analiza.

Procjena posljedica na društvenu stabilnost i politiku se vezala na oštećenja zgrada u kojima su smještene ključne institucije i oštećenje kritične infrastrukture. Istaknut je popis i podatak da je većina svih građevina izgrađena prije 1964. godine odnosno prije prvih propisa koji značajnije uzimaju u obzir potresno djelovanje (značajnije ugrožene) i s obzirom na veliku koncentraciju brojnih elemenata kritične infrastrukture (*Scenarij, poglavlje 1.6.2.*) je procijenjen katastrofalan utjecaj. Nisu analizirani pojedinačni elementi kritične infrastrukture jer su za isto potrebna opsežna istraživanja stoga je procjena napravljena na temelju konteksta i u usporedbi s nekim postojećim podacima (*Scenarij, poglavlje 1.6.6. i 1.3.*).

Konačno još jednom ističemo da je danas je dostupno više metoda za preciznije procjene za procjene ranjivosti, a s time i posljedica. Ipak, preciznost tih metoda ovisi o bazama podataka odnosno pouzdanosti podataka, ali i specifičnim parametrima vezanim za pojedinu državu stoga usporedbe s drugim državama treba raditi vrlo oprezno. S obzirom na navedeno tijekom izrade ovog scenarija odlučeno je ne koristiti postupke s manjkavim podacima već se pokušalo s dostupnim podacima argumentirati odabrane kriterije razina posljedica.

Poplava

Osnovna podloga za izračun šteta od poplava na području grada Zagreba (komponente koja za potrebe procjene rizika nosi informaciju o vjerojatnosti pojavljivanja događaja i dubinu vode) su karte opasnosti od poplava izrađene za potrebe Plana upravljanja vodnim područjima sukladno odredbama članaka 111. i 112. Zakona o vodama (*Narodne novine br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14*) koje prikazuju scenarij pucanja nasipa.

Štete su izračunate pomoću NACER modela. Metodologija se bazira na modelu koji je izrađen na temelju stvarnih i tržišnih vrijednosti koje su povezane s krivuljama štete preporučenim u međunarodnoj literaturi. Za praktično korištenje formirana je baza prostornih podataka na osnovu koje su korištenjem GIS alata proračunate štete.

Pri izradi procjene rizika od katastrofa korišteni su svi podaci koji su djelomično dostupni u Hrvatskim vodama (podaci o zabilježenim poplavama i o vodnim građevinama), koji su djelomično prikupljeni iz ostalih institucija (*CORINE baza podataka, podaci Državnog zavoda za statistiku*), a i koji su djelomično rezultati studijske dokumentacije vezane uz simulacije poplava.

Općenito se može pretpostaviti da je primijenjeni model sukladan ostalim elementima ukupne procjene rizika, te se u osnovi može zaključiti da je metodologija zadovoljavajuća.

Tablica 6.12.-18. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

	Ne postoji dovoljna količina statističkih podataka, iskustva stručnjaka i ostalih podataka te pouzdana metodologija procjene posljedica zbog čega se očekuju značajnije greške.	
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**	
Visoka nepouzdanost	**3**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**	
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	
	Postoji dovoljna količina statističkih podataka, iskustva stručnjaka i pouzdana metodologija procjene zbog čega je pojavljivanje grešaka vrlo malo vjerojatna.	

3.12.4. POPIS LITERATURE

1. Grad Zagreb (2014.); Statistički ljetopis grada Zagreba; Grad Zagreb, Zagreb.
2. Službeni list Grada Zagreba 19/11 (2011); Procjena ugroženosti stanovništva, materijalnih i kulturnih dobara i okoliša od katastrofa i velikih nesreća za područje Grada Zagreba; (http://www.zagreb.hr/).
3. Državni zavod za statistiku; www.dzs.hr.
4. HRN EN 1998-1:2011 (2011); Eurocode 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade; Hrvatski zavod za norme; Zagreb.
5. HRN EN 1998-1:2011/NA:2011 (2011); Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija - 1. dio: Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade – Nacionalni dodatak; Hrvatski zavod za norme; Zagreb.
6. Herak M., Herak D., Markušić S. (1996); „Revision of the earthquake catalogue and seismicity of Croatia, 1908-199"; Terra Nova 8, 86-94.
7. Herak D., Herak M., Tomljenović B. (2009); „Seismicity and focal mechanisms in North-Western Croatia"; Tectonophysics 465, pp. 212-220.
8. Akkar S., Bommer J.J. (2010); „Empirical Equations for the Prediction of PGA, PGV, and Spectral Accelerations in Europe, the Mediterranean Region, and the Middle Eas"; Seismological Research Letters, Vol. 81, No. 2, pp. 195-206.
9. Državna uprava za zaštitu i spašavanje. 2013.; Procjena ugroženosti Republike Hrvatske od prirodnih i tehničko-tehnoloških katastrofa i velikih nesreća.; http://duzs.hr/download.aspx?f=dokumenti/Clanci/PROCJENA_web_20.03.2013..pdf.
10. Kuk V., Prelogović E., Sović I. Kuk K., Šariri K. (2000); „Seizmološke i seizmotektonske značajke šireg zagrebačkog područja"; Građevinar, Vol. 52, No. 11, pp. 647-653.
11. Jurak V., Ortolan Ž., Ivšić T., Herak M., Šumanovac F., Vukelić I., Jukić M., Šurina Z. (2008); „Geotehničko i seizmičko mikrozoniranje grada Zagreba – Pokušaji i ostvarenje"; Konferencija: Razvitak Zagreba, Zagreb.
12. Calvi G.M., Pinho R., Magenes G., Bommer J.J, Restrepo-Vélez L.F., Crowley H. (2006) "Development of Seismic Vulnerability Assessment Methodologies Over the Past 30 Years", ISET Journal of Earthquake Technology, Vol. 43, No. 3, pp. 75-104.
13. Aničić, Dražen (1992); Prognoza štete na stambenom fondu i broja žrtava mogućeg budućeg potresa u Zagrebu, Civilna zaštita Zagreb, pp. 135-143.
14. Hanžek Z. (2005) „Jednostavni cjenik usluga za arhitekte i investitore," ed. S. Merle. 2005, Zagreb, HR: Hrvatska komora arhitekata i inženjera ugraditeljstvu
15. Kölz, E., Duvernay B. (2005) „Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude"; Konzept und Richtlinien für die Stufe 1, CH: Bundesamt für Wasser und Geologie.
16. Crowley H., Ozcebe S., Baker H., Foulser-Piggott R., Spence R. (2014); D7.2 State of the Knowledge of Building Inventory Data in Europe; NERA - Seventh Framework Programme EC project number: 262330, www.nera-eu.org/
17. Državna uprava za zaštitu i spašavanje (2014); Smjernice za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH verzija 5.1

http://www.platforma.hr/images/dokumenti/Smjernice_o_izmjenama%20i%20dopunama.pdf
18. Federal Emergency Management Agency (FEMA); Methodology for Estimating Potential Losses from Disasters (HAZUS), www.fema.gov/hazus
19. Državna uprava za zaštitu i spašavanje (2014); Smjernice o izmjenama i dopunama Smjernica za izradu Procjene rizika od katastrofa u RH
20. EU Direktiva o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (2007/60/EG), Europski parlament i vijeće
21. Prethodna procjena rizika od poplava, Hrvatske vode, 2013. godine, http://korp.voda.hr/
22. Karte opasnosti od poplava, http://korp.voda.hr/
23. Ekonomski aspekti procjene potencijalnih poplavnih šteta, SL Consult, 2014. godina
24. Nacrt Plana upravljanja vodnim područjima 2016.-2021., Hrvatske vode, travanj 2015.godine, http://www.voda.hr/sites/default/files/dokumenti/nacrt_plana_upravljanja_vodnim_podrucjima.pdf

3.13. *Nuklearne nesreće*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, za ovaj je rizik izrađena nova procjena sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.13.1. OPIS SCENARIJA

3.13.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Izvanredni događaj u Nuklearnoj elektrani Krško
Grupa rizika:
Tehničko-tehnološke nesreće s opasnim tvarima
Rizik:
Nuklearne nesreće
Radna skupina0
Koordinator:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni nositelj:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni izvršitelj:
ENCONET d.o.o.

3.13.1.2. *Uvod*

U Republici Hrvatskoj nema nuklearnih postrojenja, niti je njihova izgradnja u planu. No, u susjednim Sloveniji i Mađarskoj su u pogonu dvije nuklearne elektrane s 5 reaktora, dok je u ostalim europskim državama u radu još 179 energetskih reaktora [1]. Nuklearne elektrane sadrže velike količine radioaktivnih tvari, pa predstavljaju potencijalnu opasnost. Svako značajnije ispuštanje

radioaktivnosti u okoliš može prouzročiti raznovrsne i ozbiljne štetne učinke, i to ne samo u najbližem okruženju nego i na većim udaljenostima. Zbog toga su procjena i upravljanje rizikom od nuklearne nesreće važni i za države koje na svom teritoriju nemaju nuklearnih elektrana, posebice ako su, kao u slučaju Hrvatske, takva postrojenja smještena u neposrednoj blizini državne granice.

Sigurnosti nuklearnih elektrana se posvećuje velika pažnja u svih fazama njihovog životnog ciklusa. No, izgraditi potpuno sigurno tehnološko postrojenje nije moguće, što znači da se nepravilnosti, incidenti, nezgode pa i teške nesreće mogu dogoditi i u nuklearnim elektranama. Najteži oblici nuklearnih nesreća su oni u kojima dolazi do oštećenja reaktorske jezgre i do velikih ispuštanja radioaktivnih tvari u okoliš. Do sada je u komercijalnim nuklearnim elektranama zabilježeno 8 nesreća s oštećenjem jezgre [2], a u dva slučaja je došlo i do velikih ispuštanja. Riječ je o nesrećama u Černobilu 1986. godine i u Fukushimi 2013. godine.

U ovoj procjeni su nuklearne nesreće reprezentirane s dva potencijalna neželjena događaja (scenarija): "najvjerojatnijim događajem" i "događajem s najgorim mogućim posljedicama". Oba događaja su vezana za NE Krško koja, kao najbliža nuklearna elektrana, ima potencijal uzrokovanja najvećih posljedica na hrvatskom teritoriju. "Najvjerojatniji" događaj uključuje oštećenje jezgre i kontrolirano (filtrirano) ispuštanje radioaktivnosti u okoliš, dok u "događaju s najgorim mogućim posljedicama" dolazi do oštećenja jezgre i nekontroliranog ispuštanja. U okviru procjene su utvrđene vrste i magnitude posljedica koje bi se pojavile, kao i vjerojatnosti dva razmatrana događaja. Nepouzdanost procjene je velika, ali rezultati neovisno o tome mogu biti od koristi u upravljanju rizicima.

Važno je naglasiti da se procijenjeni rizici odnose isključivo na dva razmatrana događaja. Drugim riječima, ova procjena ne daje uvid u ukupni rizik od nesreće u NE Krško, a još manje u sveukupni rizik od nuklearne nesreće koji bi uključivao i doprinose od drugih nuklearnih elektrana.

3.13.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

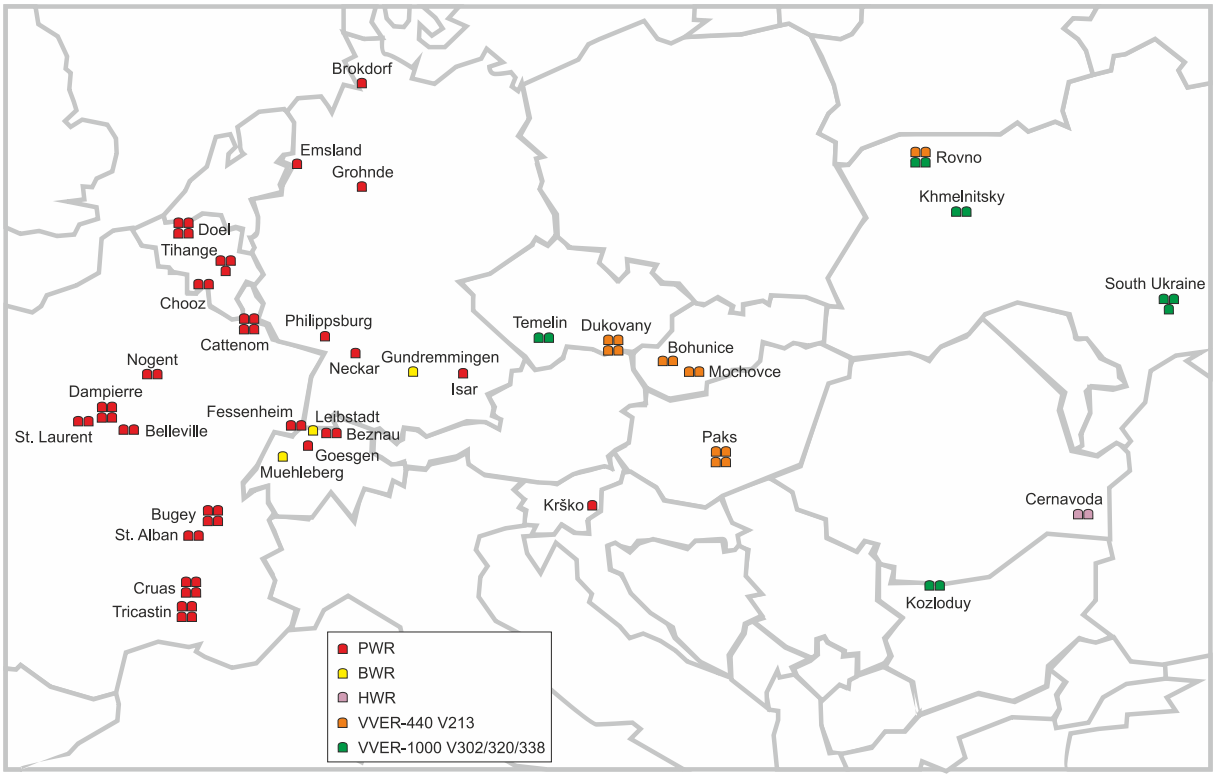
3.13.1.4. *Kontekst*

3.13.1.4.1. NUKLEARNE ELEKTARNE U OKRUŽENJU

Prema podacima Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) [1], u svijetu su koncem 2017. godine u pogonu bila 453 energetska nuklearna reaktora, 56 reaktora je bilo u izgradnji te još oko 90 u planu za izgradnju. Na slici 6.13.-1. su prikazani svi energetski nuklearni reaktori koji su bili u pogonu na dan 30. lipnja 2018. i koji su udaljeni do 1.000 km od najvećih populacijskih centara u Republici Hrvatskoj (misli se na Zagreb, Osijek, Rijeku i Split). Riječ je o 79 ukupno energetskih

reaktora, lociranih u 35 nuklearnih elektrana. Broj reaktora po elektrani se kreće od 1 do 4. U određenom broju elektrana se nalaze identični reaktori, dok se u ostalim elektranama nalaze različiti tipovi reaktora istog proizvođača, a u nekim slučajevima i reaktori različitih proizvođača. Najstariji reaktori su u pogonu već pedesetak godina.

Prema izvedbi, reaktore se može podijeliti na tlakovodne "zapadne proizvodnje" (PWR- *pressurized water reactor*), tlakovodne "istočne proizvodnje" (VVER- *voda-vodyanoi energetichesky reactor*), kipuće (BWR-*boiling water reactor*) i teškovodne (HWR- *heavy water reactor*). Reaktori tipa PWR, BWR, HWR i VVER-1000 opremljeni su zaštitnom zgradom koja u izvanrednom događaju predstavlja zadnju barijeru u sprječavanju ispuštanja radioaktivnih tvari u okoliš. Reaktori tipa VVER-440 takve zaštite nemaju.



Slika 6.13.-1 – Energetski nuklearni reaktori na udaljenosti do 1.000 km od najvećih hrvatskih populacijskih centara

Kada je riječ o reaktorima u pogonu, teritoriju Republike Hrvatske su najbliži onaj u NE Krško (Slovenija, udaljenost do hrvatske državne granice oko 10 km), četiri reaktora u NE Pakš (Mađarska, 70 km), po dva reaktora u NE Mochovce i NE Bohunice (Slovačka, 240 km) te četiri reaktora u NE

Dukovany (Češka, 280 km) [1]. Dodatni podaci o tim reaktorima dani su u tablici 6.13.-1. U tablici je za svaki reaktor naznačena država, tip, toplinska snaga i udaljenosti od Zagreba, Rijeke, Osijeka i Splita.

Tablica 6.13.-1. – Podaci o najbližim energetskim reaktorima

Elektrana / reaktor	Država	Tip	Toplinska snaga (MW)	Udaljenost (km)			
				Zagreb	Rijeka	Osijek	Split
Krško	Slovenija	PWR	1.994	40	105	250	275
Paks 1	Mađarska	VVER-440 V-213	1.485	235	365	120	390
Paks 2	Mađarska	VVER-440 V-213	1.485	235	365	120	390
Paks 3	Mađarska	VVER-440 V-213	1.485	235	365	120	390
Paks 4	Mađarska	VVER-440 V-213	1.485	235	365	120	390
Bohunice 1	Slovačka	VVER-440 V-213	1.471	335	440	340	570
Bohunice 2	Slovačka	VVER-440 V-213	1.471	335	440	340	570
Mochovce 1	Slovačka	VVER-440 V-213	1.471	340	460	295	550
Mochovce 2	Slovačka	VVER-440 V-213	1.471	340	460	295	550
Dukovany 1	Češka	VVER-440 V-213	1.444	365	450	450	635
Dukovany 2	Češka	VVER-440 V-213	1.444	365	450	450	635
Dukovany 3	Češka	VVER-440 V-213	1.444	365	450	450	635
Dukovany 4	Češka	VVER-440 V-213	1.444	365	450	450	635

3.13.1.4.2. SIGURNOST NUKLEARNIH ELEKTRANA

Nuklearna elektrana, bez obzira na tip postrojenja, sadrži velike količine radioaktivnih tvari, pa predstavlja potencijalnu opasnost za okoliš [3]. Najveći dio radioaktivnosti vezan je za fisijske proizvode koji se nalaze u jezgri reaktora. Svako nekontrolirano ispuštanje radioaktivnih tvari iz nuklearne elektrane u okoliš ugrožava zdravlje i živote stanovništva. Stoga je sigurnost nuklearne elektrane određena stupnjem osiguranja okoliša od takvog prodora.

Sigurnost nuklearne elektrane postiže se nizom mjera u fazi projektiranja, gradnje i tijekom pogona. U provedbi mjera primjenjuju se dva osnovna principa: (1) princip "ALARA" i (2) princip obrane po dubini. Prema principu ALARA (*As Low As Reasonably Achievable*) izlaganje ionizirajućem zračenju je potrebno reducirati na "razumnu" mjeru. Princip uključuje proces optimiranja u kojem se uz zdravstvene također uvažavaju ekonomski i socijalni aspekti.

Obrana po dubini se sastoji u poduzimanju većeg broja sistematskih mjera za očuvanje funkcija opreme i sustava nuklearne elektrane važnih za sigurnost, i to tako da one u pogledu zaštite okoliša djeluju serijski. To znači da izgubljenu funkciju jednog sustava važnog za sigurnost automatski preuzima drugi. Sigurnosne mjere obrane po dubini mogu se podijeliti na skup ugrađenih fizičkih barijera i na skup mjera koje se poduzimaju za zaštitu tih barijera, odnosno za povećanje njihove

djelotvornosti. Fizičke barijere sačinjavaju (1) matrica nuklearnog goriva, (2) obloga gorivnog elementa, (3) primarni krug i (4) zaštitna zgrada.

Matrica nuklearnog goriva smatra se prvom zaštitnom barijerom zbog toga što, zbog malenog dometa, glavnina fisijskih proizvoda biva zadržana u samom gorivu. Zadržavanje fisijskih proizvoda u nuklearnom gorivu bitno ovisi o temperaturi, u smislu da značajno opada s njenim porastom. Kao primjer mogu se navesti rezultati mjerenja koji pokazuju da UO2 pri temperaturama nižim od 1950 K ispušta svega oko 1% plinovitih fisijskih proizvoda. No, u blizini temperature taljenja (3.030 K) iz goriva izlaze praktički svi plinoviti fisijski elementi.
Zadatak obloge gorivnog elementa jest sigurno zadržavanje fisijskih proizvoda u gorivnoj šipci, ali i osiguranje dobrog prijelaza topline između goriva i rashladnog fluida. Statistički je dokazano da jedan broj obloga gorivnih šipki, bez obzira na strogu kontrolu pri njihovoj izradi, ima male pukotine kroz koje fisijske proizvode ispušta u rashladni fluid. No takvih je šipki malo (0,1% ili manje), pa propuštanja ne ugrožavaju nuklearnu sigurnost objekta niti okoliš nuklearne elektrane. Integritet obloga gorivnih elemenata osigurava se njihovom zaštitom od pregrijavanja.

Rashladni fluid u reaktorskom postrojenju cirkulira u zatvorenoj petlji. Zahvaljujući tome radioaktivne tvari ispuštene kroz obloge gorivnih elemenata ostaju u primarnom krugu. Tek s gubitkom integriteta primarnog kruga sadržana radioaktivnost može prodrijeti u zaštitnu zgradu reaktorskog postrojenja.

Zaštitna zgrada štiti okolinu od ispuštanja ako primarni krug izgubi integritet. Ta je zaštita posebno važna u slučaju kada je zbog gubitka prve i druge barijere radioaktivnost rashladnog fluida visoka. Zaštitna zgrada se projektira za tlak koji u njoj može nastati nakon isparavanja i ekspanzije rashladnog fluida reaktora zbog kvarova u primarnom krugu. Integritet zaštitne zgrade ovisi o mehaničkim naprezanjima materijala zbog vanjskih ili unutarnjih utjecaja. Potrebno je naglasiti da stariji tipovi nuklearnih elektrana građeni u istočnoeuropskim državama nemaju zaštitne zgradu, ili je zaštitna zgrada bitno lošijih karakteristika od onih u nuklearnim elektranama izgrađenim prema "zapadnoj školi".

Integritet ukratko opisanih fizičkih barijera ne bi bilo moguće održati kada ih se ne bi štitilo nizom mjera u fazi projektiranja, gradnje i pogona nuklearne elektrane. Te se mjere može podijeliti na ugrađene tehničke sustave, te na ostale mjere. U ugrađene tehničke sustave ubrajaju se (1) sustav za zaštitno hlađenje jezgre reaktora i (2) sustav za očuvanje integriteta zaštitne zgrade. Ostale mjere za poboljšanje djelotvornosti fizičkih barijera sačinjavaju (1) konzervativni projekt elektrane, (2) osiguranje kvalitete, (3) školovanje kadrova, (4) detekcija nenormalnih događaja, te (5) periodička inspekcija opreme.

Iz svega dosad navedenog očigledno je da se sigurnosti nuklearnih elektrana posvećuje velika pažnja, te da se rizici pokušavaju svesti na što manju mjeru. No, dosadašnja iskustva su pokazala da su se

nepravilnosti, incidenti, nezgode pa i nesreće u nuklearnim elektranama ipak događale. Od posebnog interesa su nesreće u kojima dolazi do značajnih ispuštanja radioaktivnih tvari u okoliš.

3.13.1.4.3. RAZVOJ DOGAĐAJA U NUKLEARNOJ NESREĆI

Nesreće u nuklearnim elektranama mogu nastupiti kao rezultat kvarova ili ljudskih pogrešaka, a mogu biti prouzročene i vanjskim utjecajima kao što su potres, poplava, ekstremne meteorološke prilike ili teroristički napad [4][5]. Jednostruki kvar ili ljudska pogreška u pravilu neće prouzročiti ozbiljniju nesreću s ispuštanjem radioaktivnosti u okoliš. Da bi do takve nesreće došlo, uz navedene uzroke je nužan istovremeni otkaz više sigurnosnih sustava. Nuklearne nesreće tijekom kojih bi se ispustile najveće količine radioaktivnog materijala su nesreće u kojima bi došlo do oštećenja jezgre reaktora, gubitka integriteta primarnog kruga, a odmah potom do otkaza ili zaobilaženja (bypass) zaštitne zgrade.

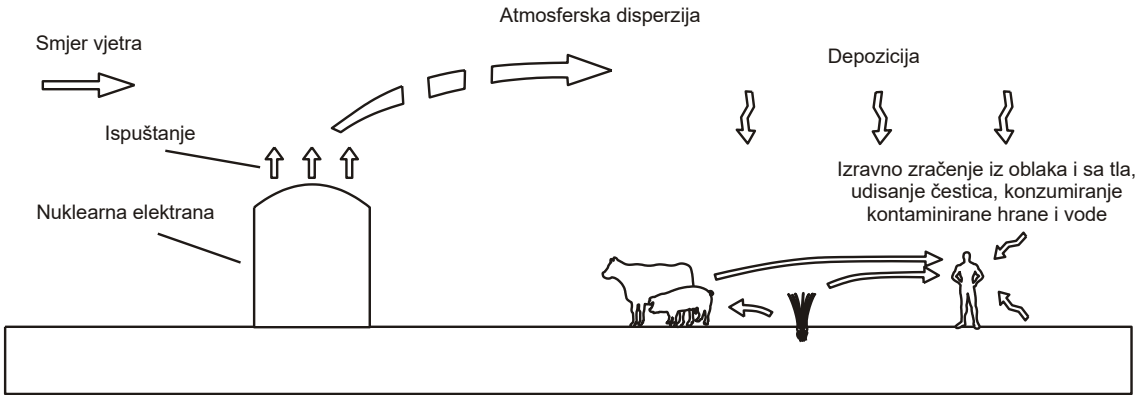
Dođe li do ispuštanja radioaktivne materije u atmosferu formirat će se tzv. radioaktivni oblak, koji će se širiti pod utjecajem vrlo kompleksnih atmosferskih procesa. Ugrubo se može pretpostaviti da će koncentracije radionuklida u prizemnim slojevima atmosfere (a time i posljedice po ljudsko zdravlje) opadati proporcionalno s udaljenosti od nuklearne elektrane. Međutim, ovisno o meteorološkim prilikama može doći do značajnih odstupanja. Ako npr. zbog toplinske energije ispuštena materija dospije u više slojeve atmosfere, može se dogoditi da koncentracije radionuklida na većim udaljenostima budu veće od onih na manjim.

Brzina kojom će se ispušteni radioaktivni materijal deponirati na tlo ovisi o karakteristikama materijala, meteorološkim prilikama i karakteristikama tla. Tako se npr. brzina depozicije u slučaju oborina povećava 10 do 100 puta u odnosu na suhe vremenske uvjete. Zbog toga su oborine glavni uzročnik tzv. hot-spotova (mjesta na kojima je razina radioaktivne kontaminacije značajno viša od razine kontaminacije na okolnom području). Radioaktivni materijal deponiran na tlo može se pod utjecajem prirodnih procesa (ponajprije vjetra) ili ljudskih aktivnosti (poljoprivredni radovi, transport i sl.) ponovo emitirati u atmosferu, te se deponirati na novoj lokaciji. Intenzitet takve ponovne emisije osim o uzročniku ovisi i o meteorološkim prilikama te o karakteristikama površine.

Procesi kojima se radioaktivno kontaminira ljudski prehrambeni lanac su složeni. Radioaktivni materijal deponiran na vegetaciju može biti apsorbiran ili ponovo emitiran u atmosferu. Kontaminacija biljaka moguća je i apsorpcijom radionuklida iz tla, bilo da se radi o deponiranim i infiltriranim radionuklidima ili o radionuklidima iz kontaminirane vode za navodnjavanje. Moguć je međutim i obrnut proces, odnosno transport radionuklida iz biljke natrag u tlo. Životinje pak unose radionuklide u organizam udisanjem radioaktivnog oblaka, kao i udisanjem radionuklida koji su bili deponirani pa zatim ponovo emitirani u atmosferu. Kontaminacija životinja moguća je i konzumiranjem kontaminirane hrane i vode.

Slika 6.13.-2. daje pojednostavljen prikaz načina ozračenja u slučaju nuklearne nesreće. Dođe li do ispuštanja radioaktivnog materijala iz nuklearne elektrane u atmosferu, stanovništvo će prvotno biti

izloženo izravnom zračenju radioaktivnog oblaka, a doći će i do udisanja radioaktivnih čestica i plinova sadržanih u oblaku. U kasnijoj fazi, nakon taloženja čestica na površini i prolaska radioaktivnog oblaka, dominantni načini ozračenja biti će putem izravnog zračenja deponiranog materijala i udisanja ponovo emitiranih čestica. Nadalje, kontaminirana atmosfera, voda i tlo, a time i biljna i životinjska hrana, dovest će do ozračenja putem prehrambenog lanca.



Slika 6.13.-2 - Pojednostavljeni prikaz načina ozračenja u slučaju nuklearne nesreće

Ozračenje ljudskog tkiva ili organa može prouzročiti odumiranje stanica u tolikoj mjeri da će funkcija tkiva/organa biti ugrožena. Učinke takve vrste se naziva determinističkim. Oni će se pojaviti samo ukoliko je primljena doza iznad granične vrijednosti, a biti će to izraženiji (ozbiljniji) što je doza veća. Granične vrijednosti se razlikuju u ovisnosti o tkivu/organu i kreću se u rasponu od jednog do nekoliko greja (Gy). Radi se, dakle, o izuzetno visokim dozama zračenja, koje uz to moraju biti primljene u kratkom vremenskom intervalu.

Ozračenje osim odumiranja može uzrokovati i promjene na stanicama nakon kojih će one zadržati sposobnost dijeljenja. Izmijenjena stanica nakon latentnog perioda može postati karcinomska (ukoliko je tjelesna) ili prouzročiti nasljedne promjene (ukoliko je spolna). Takvi učinci ozračenja se nazivaju stohastičkim. Vjerojatnost pojave stohastičkih učinaka je proporcionalna primljenoj dozi ionizirajućeg zračenja, dok je njihova ozbiljnost neovisna o dozi. Postojanje granične vrijednosti (donjeg praga) za pojavu stohastičkih učinaka nije dokazano.

Najteži oblici nuklearnih nesreća mogu prouzročiti determinističke učinke (ozlijede i gubitke života) već u prvim satima nakon ispuštanja, i to na udaljenostima do oko 5 km od postrojenja [6]. Na većim udaljenostima se pojavljuju isključivo stohastički učinci. Na udaljenostima do približno 30 km udisanje radioaktivnog materijala može znatno povećati rizik obolijevanja od karcinoma, a taj rizik može biti neprihvatljiv i na udaljenostima većim od 100 km.

Važno je naglasiti da uz učinke ionizirajućeg zračenja na ljudsko zdravlje nesreće u nuklearnim elektranama mogu prouzročiti ozbiljne ekonomske, psihološke i socijalne učinke, kao i štetne učinke u okolišu.

3.13.1.4.4. ODGOVOR NA NUKLEARNU NESREĆU

Odgovor na nuklearnu nesreću podrazumijeva poduzimanje mjera za ublažavanje posljedica za ljudski život i zdravlje, okoliš i imovinu te stvaranje preduvjeta za nastavak normalnih socijalnih i ekonomskih aktivnosti [7]. Primjeri mjera koje se poduzima u okviru odgovorna na nuklearnu nesreću su:

- evakuacija (kontrolirano i brzo izmiještanje stanovništva iz potencijalno ugroženog područja na kraći period),
- zaklanjanje (zadržavanje stanovništva u zatvorenim prostorima, najčešće u trajanju do 24 sata),
- profilaksa stabilnim jodom (zasićenje štitnjače stabilnim jodom kako bi se smanjilo ili onemogućilo vezanje radioaktivnog joda),
- preseljenje (kontrolirano izmiještanje stanovništva iz ugroženog područja na dulji period ili trajno),
- mjere za smanjenje razine kontaminacije u poljoprivrednim proizvodima,
- ograničenja konzumacije i distribucije potencijalno kontaminirane hrane, mlijeka i hrane za životinje,
- dekontaminacija stanovništva, sudionika odgovora, objekata, otvorenih površina i dr.,
- kontrola pristupa u ugrožena područja i
- pojačani nadzor prekograničnog prometa ljudi i roba.

Osnovna načela kojih se potrebno pridržavati u odgovoru na nuklearnu nesreću su (1) načelo opravdanosti i (2) načelo optimizacije. Ona su vezana uz činjenicu da svaka mjera uz pozitivne učinke (misli se ponajprije na sprječavanje ozračenja ili smanjenje primljenih doza) nužno donosi i negativne učinke (gospodarske, socijalne i druge). Prema načelu opravdanosti, u odgovoru se poduzimaju samo one mjere za koje se ocjenjuje da će pozitivni učinci biti veći od negativnih, odnosno koristi veće od šteta. Načelo optimizacije kaže da je način provedbe, opseg i trajanje pojedine mjere nužno optimizirati u cilju postizanja što je moguće veće neto koristi.

Primjena načela opravdanosti osigurava se uspostavljanjem jasnih kriterija za poduzimanje pojedine mjere. Tako je npr. evakuaciju ili zaklanjanje stanovništva opravdano poduzeti samo ukoliko se sedmodnevna efektivna doza procjenjuje na više od 100 mSv [7]. Profilaksu stabilnim jodom će se primijeniti ukoliko se sedmodnevna ekvivalentna doza na štitnjaču procjenjuje na više od 50 mSv, a preseljenja stanovništva će se organizirati ako se godišnja efektivna doza procjenjuje na više od 100 mSv. Pridržavanje načela optimizacije osigurava se na način da se tijekom nesreće periodički procjenjuje učinak poduzetih mjera. Ovisno o dobivenim rezultatima, mjerama se može produljiti primjena, a mogu se i ojačati, proširiti, ublažiti ili ukinuti.

Zbog složenosti mjera i zbog potrebe njihove brze provedbe zadovoljavajući odgovor na nuklearnu nesreću nije moguć bez kvalitetne pripreme. U cilju sistematiziranja priprema za poduzimanje mjera uspostavljaju se tzv. planske zone i udaljenosti. Tako je na primjer u Hrvatskoj u svrhu pripreme za nesreće u NE Krško uspostavljena (među ostalim) zona za planiranje hitnih mjera zaštite (UPZ) [8]. Riječ je o hrvatskom teritoriju unutar polumjera 20 km od NE Krško, na kojemu se provode opsežne pripreme kako bi se omogućilo obavještavanje stanovništva i pokretanje hitnih zaštitnih i drugih mjera unutar jednog sata od proglašenja tzv. opće opasnosti u nuklearnoj elektrani.

3.13.1.4.5. DOSADAŠNJA ISKUSTVA S NUKLEARNIM NESREĆAMA

Iskustva prikupljena u tri nuklearne nesreće su od posebnog značaja. Riječ je o nesrećama u nuklearnim elektranama Otok tri milje, Černobil i Fukushima Daiichi. Nesreća u nuklearnoj elektrani Otok tri milje nije rezultirala s ozbiljnijim ispuštanjem radioaktivnih tvari, ali je prouzročila značajne posljedice unutar nuklearne industrije. Tijekom nesreće u nuklearnoj elektrani Černobil uočen je čitav niz slabih točaka u odgovoru na taj događaj, pa su predložena i provedena značajna unaprjeđenja. Nesreća u Fukushimi je među ostalim pokazala da pomaci nakon Černobilske nesreće nisu bili dovoljni.

3.13.1.4.5.1. *Nesreća u elektrani Otok tri milje*

Nuklearna elektrana Otok tri milje smještena je u blizini grada Harrisburga u Pensilvaniji, SAD [9][10]. Inicijalno je uključivala dvije reaktorske jedinice (TMI-1 i TMI-2) opremljene tlakovodnim reaktorima (PWR) neto električnih snaga 775 odnosno 880 MW. Dana 28. ožujka 1979. godine u jedinici TMI-2 je došlo do izvanrednog događaja, koji je doveo do djelomičnog topljenja reaktorske jezgre. Iako je ispuštanje radioaktivnosti u okoliš bilo manjeg intenziteta, i unatoč tome što štetni utjecaji ionizirajućeg zračenja na radnike i okolno stanovništvo nisu zabilježeni, taj događaj predstavlja najozbiljniju nesreću na nuklearnim elektranama u SAD-u. Nesreća je pokrenula dalekosežne promjene u planiranju za slučaj izvanrednog događaja, obuci operatera, uvažavanju ljudskog faktora, zaštiti od zračenja, regulatornoj kontroli i na mnogim drugim područjima. Smatra se da su te promjene u konačnici dovele do značajnog povećanja razine nuklearne sigurnosti u SAD-u, ali i šire.

Izvanredni događaj u nuklearnoj elektrani Otok tri milje prouzročen je kvarovima opreme, ljudskim pogreškama i slabostima u samoj izvedbi postrojenja, posebice u instrumentaciji. Događaj je započeo u ranim jutarnjim satima, gubitkom hlađenja parogeneratora. Nedostatak hlađenja uzrokovao je automatsko zaustavljanje turbine, a brzo nakon toga i obustavu reaktora. Uslijedio je porast tlaka u primarnom krugu, što je za posljedicu imalo proradu odušnog ventila. Ventil se po padu tlaka trebao zatvoriti, ali je zbog mehaničkog kvara ostao otvoren. Operateri u kontrolnoj sobi imali su pogrešnu indikaciju da je ventil zatvoren, pa nisu bili svjesni da se kontinuirano gubi rashladni medij iz primarnog kruga elektrane. Ni alarmi koji su se oglasili nisu pomogli u utvrđivanju stanja, dijelom zbog neodgovarajuće instrumentacije, a dijelom zbog manjkave obuke operatera. Niz pogrešnih poteza doveo je do isključenja primarnih pumpi i sustava za hlađenje jezgre u nuždi, što je uzrokovalo

otkrivanje, a potom i oštećenje reaktorske jezgre. Hlađenje jezgre je ponovno uspostavljeno tek 16 sati od početka izvanrednog događaja.
Tijekom nesreće povremeno je dolazilo je do ispuštanja radioaktivnosti u okoliš. Ispusti su prolazili kroz filtre koji su uspješno zadržali čestice i jod. Zbog toga su u okoliš dospijevali gotovo isključivo plemeniti plinovi ukupne aktivnosti procijenjene na oko 370 PBq.

Odgovor na nesreću je uključivao upućivanje stanovništva da se skloni u zatvorene prostore i zatvaranje škola. Poljoprivrednicima je naloženo držanje stoke u stajama i korištenje zaštićene hrane. Unutar polumjera od 5 milja oko elektrane poduzeta je evakuacija trudnica i djece predškolskog uzrasta. Kasnije je polumjer evakuacijske zone povećan na 20 milja. Tijekom nekoliko dana od početka izvanrednog događaja evakuirano je oko 140.000 ljudi, odnosno oko jedna četvrtina ukupnog stanovništva nastanjenog u evakuacijskoj zoni. Oko 98% evakuiranih osoba vratilo se u svoje domove unutar tri tjedna.

Tijekom i nakon nesreće prikupljene su i analizirane tisuće uzoraka zraka, vode, vegetacije, tla i hrane. Rezultati su potvrdili da su unatoč teškom oštećenju reaktorske jezgre ispuštanje bila mala te da su utjecaji ionizirajućeg zračenja na ljudsko zdravlje zanemarivi. Prosječna doza za stanovništvo naseljeno na udaljenostima do 10 milja od nuklearne elektrane procijenjena je na 0,08 mSv (usporedivo sa rendgenskim snimanjem pluća), a doza za najizloženije pojedince (one nastanjene uz samu ogradu postrojenja) na 1 mSv (usporedivo sa godišnjom dozom od pozadinskog zračenja). Pokazalo se da su najozbiljniji i jedini uočljivi učinci na ljudsko zdravlje bili oni psihološki, prouzročeni stresom.

Iako su utjecaji na ljudsko zdravlje bili zanemarivi, nesreća u nuklearnoj elektrani Otok tri milje dovela je do povećanja straha i nepovjerenje prema nuklearnoj industriji, a prema analizama Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) i do globalnog usporavanja u razvoju nuklearne energetike. Sanacija oštećenog reaktora je započela u kolovozu 1979. godine, a službeno je završila u prosincu 1993. godine. Postupak je uključivao dekontaminaciju postrojenja i pražnjenje oko 100 tona oštećenog nuklearnog goriva. Nuklearno gorivo je prevezeno u skladište radioaktivnog otpada kojim upravlja Idaho National Laboratory. Ukupni troškovi sanacije iznosili su oko 973 milijuna USD, dok je ukupna financijska šteta izvanrednog događaja procijenjena na oko 2,4 milijarde USD. Danas je reaktorska jedinica TMI-2 pod strogim nadzorom, a predviđena je njena dekomisija zajedno sa jedinicom TMI-1 koja je još u pogonu.

Slika 6.13.-3. – Dekontaminacija postrojenja TMI-2

3.13.1.4.5.2. *Nesreća u elektrani Černobil*

Nuklearna elektrana Černobil smještena je u Ukrajini, oko 130 km sjeverno od grada Kijeva te oko 20 km od granice s Bjelorusijom [11][12]. Sadržavala je 6 reaktorskih jedinica tipa RBMK-1.000 električne snage 1.000 MW. Četiri jedinice su određeno vrijeme bile u pogonu, a dvije nikada nisu dovršene. Dana 26. travnja 1986. godine nagli porast snage reaktora, do kojeg je došlo tijekom provedbe testova na postrojenju, doveo je do uništenja reaktorske jedinice br. 4 i do najteže nesreće u povijesti proizvodnje nuklearne energije. Nesreća je prouzročena nepovoljnim tehnološkim karakteristikama postrojenja, pomanjkanjem sigurnosne kulture i nizom grešaka operatera. Eksplozija i požar koji je uslijedio prouzročili su ispuštanje plemenitih plinova u cijelosti, oko pola inventara joda i cezija te oko 5% preostalog sadržaja reaktorske jezgre u atmosferu. Ukupna ispuštena aktivnost je procijenjena na oko 1,4 x 1019 Bq.

Intervencija je započela upumpavanjem vode u oštećeni reaktor, a nastavljena je bacanjem oko 5.000 tona pijeska, borne kiseline, gline i olova iz helikoptera na ostatke reaktorske jedinice. Pijesak je upotrijebljen kako bi se ugasilo požar i spriječilo daljnje ispuštanje radioaktivnosti u atmosferu, a borna kiselina u svrhu osiguranja podkritičnosti odnosno sprječavanja daljnjih nuklearnih reakcija. U tjednima nakon nesreće reaktorska jedinica br. 4 je potpuno prekrivena privremenom betonskom strukturom kolokvijalnog naziva "sarkofag". Nadalje, vlada SSSR-a je naložila sječu i spaljivanje nekoliko kvadratnih kilometara borove šume u blizini elektrane u cilju smanjenja radioaktivne kontaminacije. Preostala tri reaktora nuklearne elektrane su nakon nesreće puštena u pogon, ali su do 1999. godine svi trajno zaustavljeni.

Provedba zaštitnih mjera za stanovništvo započeta je tek 27. travnja evakuacijom grada Pripyata (49.000 stanovnika) udaljenog 3 km od elektrane. Područje polumjera 30 kilometara postupno je zatvoreno za sve osim za radnike elektrane i za osobe koje su sudjelovale u procjeni stanja i sanaciji. Tijekom 1986. godine iz najkontaminiranijih područja je preseljeno oko 115.000 ljudi, a kroz naredne godine još oko 220.000 ljudi. Preseljenje se obavljalo na svim lokacijama na kojima je doza koja bi bila primljena tijekom životnog vijeka procijenjena na više od 350 mSv. Smještaj za stanovnike Pripyata osiguran je izgradnjom grada Slavuticha na udaljenosti oko 30 km od elektrane.
Od izlaganja ionizirajućem zračenju umrlo je tijekom prva četiri mjeseca 28 od oko 600 djelatnika elektrane. Još 106 radnika elektrane je dobilo doze dostatne za uzrokovanje akutne radijacijske bolesti. Dva radnika su umrla unutar nekoliko sati od početka nesreće od uzroka nevezanih uz zračenje. U sanaciji je bilo angažirano ukupno oko 600.000 radnika (tzv. likvidatora), od kojih je 200.000 primilo doze između 10 mSv i 1 Sv, uz prosječnu vrijednost od oko 100 mSv. Preostalih 400.000 likvidatora nisu bili značajnije ozračeni.

Nesreća u Černobilu je uzrokovala je visoku razinu kontaminacije (iznad 37 kBq/m^2 Cs-137 deponiranog na tlu) na velikim područjima Bjelorusije, Rusije i Ukrajine, na kojima je živjelo oko 5 milijuna stanovnika. Pokazalo se, međutim, da je većina tog stanovništva primila relativno niske doze, usporedive ili niže od doza pozadinskog zračenja (oko 1 mSv/god). Prema posljednjim procjenama,

prosječna doza za oko 216.000 ljudi naseljenih u najugroženijim područjima (na kojima se provodi striktna kontrola izlaganja zračenju) iznosila je 31 mSv za period od 1986. do 2005. godine.

Do danas nije dokazano da je izlaganje ionizirajućem zračenju tijekom i nakon Černobilske nesreće dovelo do porasta stope pojave leukemije i ostalih vrsta karcinoma, izuzev karcinoma štitnjače. Doze na štitnjaču su zbog konzumiranja mlijeka kontaminiranog radioaktivnim jodom bile znatne i procjenjuje se da su na teritoriju Bjelorusije, Rusije i Ukrajine prouzročile oko 6.000 karcinoma. Zbog toga je petnaestoro djece i adolescenata umrlo, dok je ostatak pacijenata s karcinomom štitnjače (više od 99%) uspješno izliječen. Podaci prikupljeni za područja s najvišom razinom kontaminacije ne upućuju na to da je izlaganje zračenju imalo utjecaja na tijek trudnoće, komplikacije pri porodu, broj mrtvorođene djece i opće zdravlje djece. Psiho-socijalni učinci nesreće, koji uključuju povišene stope depresije, alkoholizma i zabrinutosti za zdravlje su neupitni i učestali.

Ukupna ekonomska šteta Černobilske nesreće za Bjelorusiju i Ukrajinu procjenjuje se u stotinama milijardi USD, a za Rusiju u desecima milijardi USD. Zbog izuzetno velikih šteta nesreća se često navodi kao jedan od važnijih uzroka raspada SSSR-a. Aktivnosti na sanaciji se i dalje odvijaju, pa dosad prouzročeni troškovi nisu konačni. Kao primjer, u studenome 2016. godine postavljena je oko "sarkofaga" nova zaštitna konstrukcija, koja bi među ostalim trebala omogućiti dekomisiju reaktora bez značajnijih ispusta radioaktivnosti u okoliš.

Slika 6.13.-4. – Oštećenja na reaktorskoj jedinici br. 4 nuklearne elektrane Černobil

3.13.1.4.5.3. *Nesreća u elektrani Fukushima Daiichi*

Dana 11. ožujka 2011. godine dogodio se Veliki istočno japanski potres, prouzročen iznenadnim oslobađanjem energije na spoju Pacifičke i Sjevernoameričke tektonske ploče [13][14]. Potres magnitude 9,0 stvorio je tsunami koji je zahvatio široka priobalna područja, pri čemu su na sjeveroistočnoj obali Japana visine valova premašivale 10 metara. Potres i tsunami su prouzročili velike ljudske žrtve i ogromnu materijalnu štetu. Život je izgubilo više od 15.000 ljudi, oko 6.000 je ozlijeđeno, a oko 2.500 osoba se još uvijek vodi kao nestale. Teško je oštećeno više od milijun zgrada, kao i tisuće infrastrukturnih objekata.

Nuklearna elektrana Fukushima Daiichi sadrži 6 reaktorskih jedinica opremljenih s kipućim reaktorima (BWR) neto električnih snaga 439 MW (jedinica br. 1), 760 MW (jedinice 2, 3, 4 i 5) odnosno 1.067 MW (jedinica 6). U trenutku potresa jedinice 1, 2 i 3 su bile u pogonu, a na jedinicama 4, 5, i 6 se obavljala izmjena goriva. Potres je prekinuo veze elektrane s elektroenergetskim sustavom, dok je tsunami uzrokovao ozbiljna oštećenja pogonske i sigurnosne opreme. Zajedničko djelovanje potresa i tsunamija rezultiralo je gubitkom svih izvora vanjskog i vlastitog napajanja električnom energijom. To je pak dovelo do prekida hlađenja reaktora i bazena s istrošenim gorivom. Unatoč nastojanjima operatera da situaciju stave pod kontrolu, reaktorske jezgre u jedinicama 1, 2 i 3 su se pregrijale te je došlo do taljenja i do oštećenja reaktorskih posuda. U jedinicama 1, 3 i 4 je došlo i do ispuštanja vodika i do njegove eksplozije. To je prouzročilo dodatna oštećenja opreme i ozljede radnika. Znatne količine radioaktivnog materijala su ispuštene u atmosferu i deponirane na tlo i u ocean. Zabilježena su i izravna ispuštanja kontaminiranih tekućina u more. Prema procjenama, tijekom izvanrednog događaja, a najvećim dijelom sredinom ožujka, iz postrojenja je ispuštena radioaktivnost od oko 570 PBq (I-131 ekvivalent), odnosno oko 10% od radioaktivnosti ispuštene u Černobilu.

Zbog nesreće je isprva evakuirana zona polumjera 2 km oko elektrane, a kasnije je polumjer povećavan na 3, 10 i konačno 20 km. Stanovništvu na udaljenostima 20-30 km dana je preporuka za zaklanjanje i dobrovoljnu evakuaciju. Ukupno je s područja oko elektrane evakuirano oko 160.000 ljudi. Uvedena su ograničenja na distribuciju i konzumaciju hrane i vode za piće. U početnim fazama nesreće stanovništvo je najveće doze primilo od izravnog zračenja radioaktivnog oblaka i radionuklida deponiranih na tlu, zbog ozračenja štitnjače radionuklidom I-131 unesenim u organizam udisanjem te zbog ozračenja drugih organa i tkiva ponajprije radionuklidima Cs-134 i Cs-137. U kasnijim fazama su najveće doze primljene od radionuklida Cs-137 deponiranog na tlu.

Do kraja 2011. u intervenciji je sudjelovalo oko 20.000 radnika. Prema procjenama, 167 radnika je primio dozu višu od 100 mSv. U toj je skupini 135 radnika primilo doze u rasponu 100-150 mSv, 23 radnika 150 do 200 mSv, 3 radnika 200-250 mSV, dok je preostalih 6 radnika primilo doze veće od 250 mSv (309 do 678 mSv), i to uglavnom zbog udisanja joda. U prvim fazama nesreće granična vrijednost doze za radnike koji sudjeluju u intervenciji bila je postavljana na 250 mSv, dok je kasnije smanjena na 50 mSv/god.

Procjene upućuju na to da su efektivne doze za stanovništvo bile niske i najčešće usporedive s dozama od pozadinskog zračenja. Doze na štitnjaču su također bile niske, jer je unos radionuklida I-131 bio

reduciran uvođenjem ograničenja u konzumaciji vode i hrane (uključujući lisnato povrće i svježe mlijeko). Procijenjeno je da će stanovništvo u prefekturi Fukushima kao posljedicu nesreće tijekom čitavog životnog vijeka dobiti efektivnu dozu od oko 10 mSv, dok će doza za udaljenija područja iznositi do 0,2 mSv/god. Područja s brzinom doze većom od 20 mSv/god smatraju se onima na koje povratak nije moguć. Ukupna površina takvih područja je oko 300 km2. Vlada i lokalna uprava ulažu velike napore kako bi se na što većem prostoru uspostavili uvjeti koji su sa radiološkog i drugih aspekata prihvatljivi za normalan život.

Među sudionicima intervencije u Fukushimi, kao ni među okolnim stanovništvom, nisu uočeni deterministički učinci ionizirajućeg zračenja. Takve učinke nije ni bilo za očekivati, s obzirom na iznose primljenih ranih doza. Organizacija UNSCEAR je na osnovi procjene dugoročnih doza zaključila kako učinke izlaganja zračenju ne treba očekivati niti u budućnosti. Izuzetak su sudionici u intervenciji koji su primili efektivnu dozu u iznosu 100 mSv ili više. Za njih je zaključeno da se može očekivati određeno povećanje stope pobolijevanja od karcinoma. No, to povećanje najvjerojatnije neće biti moguće uočiti zbog normalnih fluktuacija stopa karcinoma.

Kada je u pitanju nesreća u Fukushimi, ne radiološki učinci su se pokazali bitno ozbiljnijima od radioloških. Istraživanja su pokazala da je evakuacija stanovništva s područja oko nuklearne elektrane uzrokovala oko 1.000 smrtnih slučajeva.

Slika 6.13.-5. – Oštećenja na jedinicama 3 i 4 nuklearne elektrane Fukushima Daiichi

Stradale su najvećim dijelom starije osobe, i to zbog neodgovarajućih životnih uvjeta u evakuacijskim centrima, stresa prouzročenog

preseljenjem i kašnjenja u pružanju odgovarajuće medicinske skrbi. Izravni financijski troškovi nesreće inicijalno su procijenjeni na oko 15 milijardi USD za dekontaminaciju te više od 60 milijardi USD za kompenzacije isplaćene preseljenom stanovništvu. Procjena troškova je nekoliko puta revidirana, pa su zadnje brojke oko dva puta veće od navedenih. Neizravni troškovi, u koje se npr. ubrajaju troškovi zamjene nuklearne energije onom iz fosilnih goriva, također su izuzetno visoki.

3.13.1.5. *Uzrok*

Uzrok ispuštanja radioaktivnih tvari u okoliš elektrane uzrokovao je gubitak svih vanjskih i vlastitih izvora napajanja, pregrijavanja i oštećenja reaktorske jezgre i u konačnici kontroliranog (kroz filtere), odnosno nekontroliranog (bez filtera) ispuštanja radioaktivnih tvari iz zaštitne zgrade u okoliš.

3.13.2. DOGAĐAJ

U ovoj procjeni rizika scenarij nuklearne nesreće je smještan u NE Krško. Riječ je o nuklearnoj elektrani koja je najbliža teritoriju Republike Hrvatske i koja zbog toga ima potencijal uzrokovanja najvećih posljedica u slučaju nesreće.

NE Krško je elektrana s Westinghouseovim tlakovodnim reaktorom električne snage od 696 MW. Nalazi se na području Republike Slovenije na lijevoj obali rijeke Save, 3 kilometra od grada Krškog i oko 10 km od slovensko-hrvatske državne granice. Elektrana je u spojena na mrežu 1981. godine, a u komercijalni pogon je ušla 1983. godine. U pogonu je trebala biti do 2023. godine, ali je zatraženo produljenje rada do 2043. godine. Republika Hrvatska i Republika Slovenija su suvlasnice tog postrojenja s udjelima od 50%, pa svaka dobiva 50% proizvedene električne energije. Elektrana u godini dana proizvede oko 5,5 milijardi kWh električne energije. Na godišnjoj razini energija dobivena iz NE Krško čini oko 16% od ukupne električne energije koja se potroši u Hrvatskoj.

Slika 6.13.-6. – NE Krško s mjestom Krško u pozadini

NE Krško radi u 18-mjesečnom nuklearnom gorivnom ciklusu, što znači da je vremenski period između dvije (djelomične) zamjene goriva 18 mjeseci. Reaktorska jezgra sadrži ukupno 121 nuklearni gorivni element prosječnog obogaćenja od 4,3 % uranija-235. Kao reaktorsko hladilo i moderator neutrona upotrebljava se obična demineralizirana voda. Sve komponente tzv. primarnog kruga elektrane nalaze se unutar zaštitne zgrade. Ona se sastoji od tri dijela: čeličnog plašta, međuprostora i zaštitne armirano-betonske zgrade. Čelični plašt je projektiran da izdrži tlak od 0,357 MPa, koji bi se u njemu pojavio u slučaju pucanja primarnog cjevovoda.

U svakoj nuklearnoj elektrani, pa i u NE Krško, moguć je čitav niz neželjenih događaja, a za potrebe ove procjene je trebalo definirati dva: "najvjerojatniji događaj" i "događaj s najgorim mogućim

posljedicama". Kao "najvjerojatniji događaj" usvojen je onaj u kojem u postrojenju dolazi do gubitka svih vanjskih i vlastitih izvora napajanja, pregrijavanja i oštećenja reaktorske jezgre i u konačnici kontroliranog ispuštanja radioaktivnih tvari iz zaštitne zgrade u okoliš. Pod kontroliranim ispuštanjem misli se na ispuštanje kroz filtere, pri čemu se bitno smanjuje aktivnost ispusta. "Najvjerojatniji događaj" je predviđen i analiziran u okviru PSA postupka provedenog u NE Krško, a bio je i podloga za međunarodnu vježbu iz serije INEX 5 održanu 2016. godine. S obzirom na to da je PSA postupkom pokazano da kontrolirana ispuštanja zaista jesu najvjerojatniji oblik ispuštanja iz NE Krško, može se reći da naziv događaja ima podlogu.

Kao "događaj s najgorim mogućim posljedicama" usvojen je neželjeni događaj koji se najvećim dijelom odvija identično kao i "najvjerojatniji" , ali u kojemu se ispuštanje u okoliš ne odvija kroz filtre. To rezultira puno ozbiljnijim ispustom sličnim onome u Fukushimi. Potrebno je napomenuti da "događaj s najgorim mogućim posljedicama" strogo gledano to nije. Naime, moguće je zamisliti i događaje s većim ispusima, odnosno s većim posljedicama. No, vjerojatnosti pojave takvih događaja su toliko niske da bi njihovo uključivanje u procjenu rizika bilo vrlo teško opravdati

3.13.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

"Najvjerojatniji događaj" započinje na način da se tijekom zime na području Slovenije, u zapadnim dijelovima Hrvatske i Mađarske, u južnim pokrajinama Austrije te u istočnim dijelovima Italije pojavljuju vrlo specifični vremenski uvjeti. Hladan polarni zrak širi se iz pravca sjevera u nižim slojevima atmosfere, dok u višim slojevima pristiže topao i vlažan zrak s Mediterana. Takva situacija rezultira snježnim oborinama, koje prolaskom kroz topao sloj prelaze u kišu. Kišne kapi se hlade u prizemnom sloju atmosfere i naposljetku formiraju ledenu koru na tlu. S porastom debljine ledene kore dolazi, među ostalim, do teških oštećenja na sustavu za prijenos i distribuciju električne energije. Prvo stradavaju niskonaponske mreže, a potom i one na najvišim naponskim razinama.

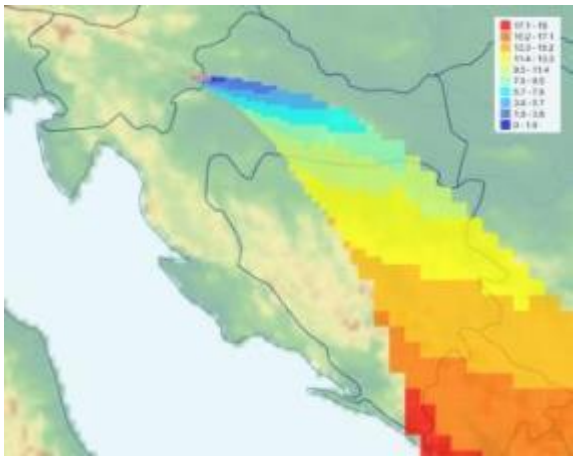
Vremenska nepogoda zahvaća i slovensku regiju Posavje, u kojoj se nalazi NE Krško. Zbog oštećenja dalekovoda to postrojenje ostaje izolirano, dakle bez tzv. off-site napajanja. Ledena kora također uzrokuje niz problema unutar samog postrojenja, pa postupno dolazi i do gubitka svih vlastitih (on-site) izvora napajanja, odnosno do stanja u struci poznatog kao station blackout. Unatoč nastojanjima da se stanje dovede pod kontrolu, dolazi do pregrijavanja i oštećenja reaktorske jezgre te do ispuštanja radioaktivnosti iz jezgre u primarni krug, a potom i iz primarnog kruga u zaštitnu zgradu elektrane. Tlak u zaštitnoj zgradi postupno raste, pa se 10 sati nakon oštećenja jezgre započinje s kontroliranim ispuštanjem njenog sadržaja u okoliš. Ispuštanje traje 5 sati, a odvija se kroz filtere koji zadržavaju 99% joda i 99,9% ostalih aerosola, dok na plemenite plinove nemaju utjecaja. Sadržaj ispusta iz zaštitne zgrade u okoliš prikazan je u tablici 6.13.-2.

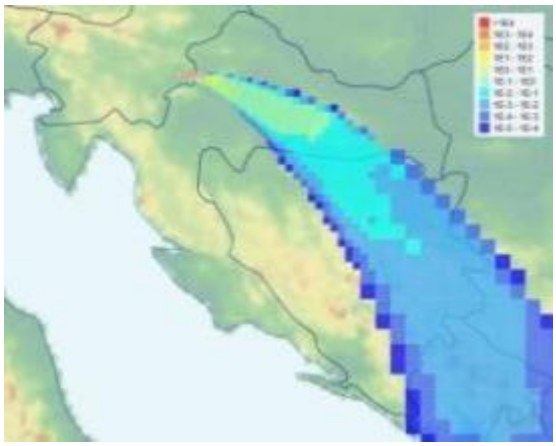
Tablica 6.13.-2. - Sadržaj ispusta iz zaštitne zgrade u okoliš

Radionuklid	Aktivnost (Bq)	Radionuklid	Aktivnost (Bq)	Radionuklid	Aktivnost (Bq)
Kr-85	$1,1 \times 10^{16}$	Kr-85m	$9,7 \times 10^{16}$	Kr-87	$3,9 \times 10^{15}$
Kr-88	$1,1 \times 10^{17}$	Rb-87	$2,6 \times 10^{-01}$	Rb-88	$1,1 \times 10^{14}$
Sr-89	$2,0 \times 10^{13}$	Sr-90	$7,8 \times 10^{11}$	Sr-91	$1,2 \times 10^{13}$
Y-90	$5,3 \times 10^{09}$	Y-91	$1,7 \times 10^{12}$	Y-91m	$4,8 \times 10^{11}$
Mo-99	$8,2 \times 10^{12}$	Tc-99	$1,5 \times 10^{04}$	Tc-99m	$8,2 \times 10^{12}$
Rh-103	$6,3 \times 10^{12}$	Rh-106	$1,4 \times 10^{12}$	Ru-103	$6,3 \times 10^{12}$
Ru-106	$1,4 \times 10^{12}$	Sb-127	$6,0 \times 10^{12}$	Sb-129	$7,4 \times 10^{12}$
Te-127	$2,7 \times 10^{12}$	Te-127m	$2,8 \times 10^{09}$	Te-129	$5,8 \times 10^{12}$
Te-129m	$5,8 \times 10^{12}$	Te-131	$2,3 \times 10^{12}$	Te-131m	$1,0 \times 10^{13}$
Te-132	$1,2 \times 10^{14}$	I-131	$2,0 \times 10^{15}$	I-132	$2,8 \times 10^{15}$
I-133	$3,1 \times 10^{15}$	I-134	$1,8 \times 10^{15}$	I-135	$1,3 \times 10^{15}$
Xe-131m	$1,9 \times 10^{16}$	Xe-133	$3,2 \times 10^{18}$	Xe-133m	$1,1 \times 10^{17}$
Xe-135	$1,2 \times 10^{18}$	Xe-135m	$2,1 \times 10^{16}$	Xe-138	$5,4 \times 10^{05}$
Cs-134	$1,3 \times 10^{13}$	Cs-135	$3,4 \times 10^{04}$	Cs-136	$5,3 \times 10^{12}$
Cs-137	$8,6 \times 10^{12}$	Cs-138	$5,9 \times 10^{08}$	Ba-137m	$8,6 \times 10^{12}$
Ba-140	$4,5 \times 10^{13}$	La-140	$2,3 \times 10^{12}$	Ce-144	$6,0 \times 10^{12}$
Pr-144	$6,0 \times 10^{12}$	Pr-144m	$1,7 \times 10^{10}$	Np-239	$1,0 \times 10^{14}$

Ispuštanje iz elektrane u okoliš započinje u 20 sati po lokalnom vremenu. Atmosferska disperzija se tijekom noći (do 6:30 ujutro) odvija u stabilnim uvjetima (klasa stabilnosti F, brzina vjetra 2 m/s, bez oborina), a kasnije (tijekom dana) u neutralnim uvjetima (klasa stabilnosti D, brzina vjetra 5 m/s, bez oborina). Vjetar inicijalno puše iz smjera zapada. Tijekom ispuštanja i u periodu nakon ispuštanja smjer iz kojeg vjetar puše se mijenja na način da se jednoliko zakreće prema sjeveru. Brzina promjene smjera je takva da 12 sati nakon početka ispuštanja vjetar puše približno iz smjera sjeverozapada, a 24 sata od početka ispuštanja iz smjera sjevera.

Smjer širenja radioaktivnog oblaka je sa stanovišta Republike Hrvatske nepovoljan (slika 6.13.-7.). Oblak zahvaća oko 10.000 km² hrvatskog teritorija uključujući i velika





populacijska središta (Zaprešić, Zagreb, Veliku Goricu, Sisak, Kutinu, Požegu, Slavonski Brod, ...)

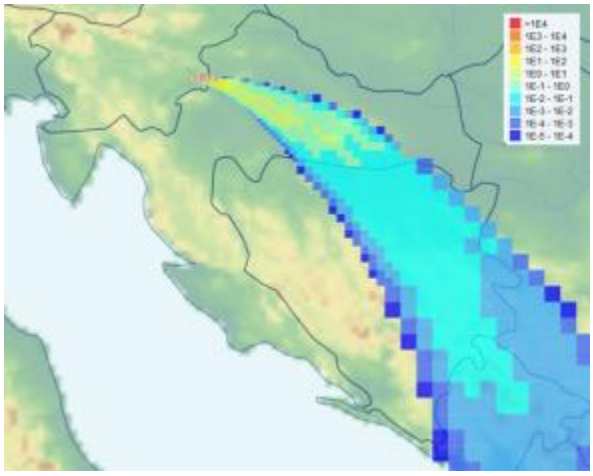
Slika 6.13.-7. – Brzina širenja radioaktivnog oblaka (sati od trenutka ispuštanja)

Slika 6.13.-8 – Efektivna doza za prvih 7 dana (mSv)

u kojima živi više od milijun ljudi. Oko 10 h nakon početka ispuštanja radioaktivni oblak dolazi do granice s Bosnom i Hercegovinom, pa se dalje širi preko teritorija te susjedne države.

Na slici 6.13.-8 prikazana je prostorna raspodjela rane efektivne doze. Riječ je o dozi koju stanovništvo prima tijekom prvih 7 dana kao posljedicu izravnog zračenja iz radioaktivnog oblaka, udisanja radioaktivnih tvari i zračenja radionuklida deponiranih na tlu, a sve uz pretpostavku obavljanja normalnih aktivnosti. Može se primijetiti da zbog izostanka oborina nema formiranja tzv. hot-spotova te da doza kontinuirano opada s povećanjem udaljenosti od mjesta ispuštanja. Vrijednosti efektivne doze na hrvatskom teritoriju ne

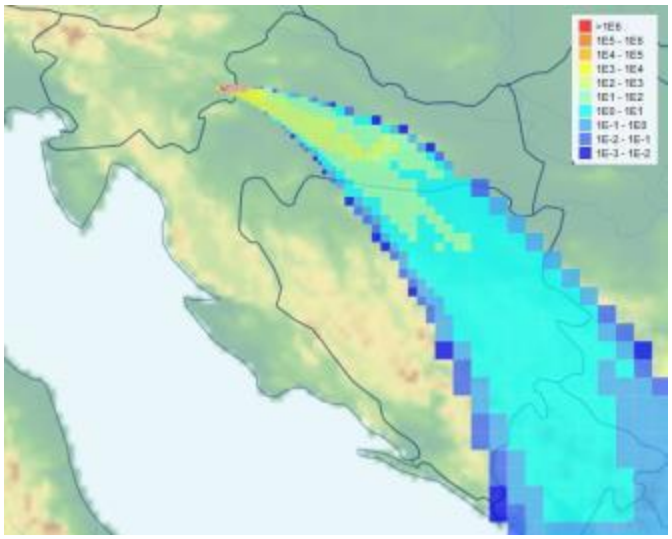
)



prelaze 100 mSv, što znači da evakuacija i zaklanjanje stanovništva u slučaju "najvjerojatnijeg događaja" nisu nužni niti opravdani. Isto vrijedi i za ostale hitne mjere zaštite o kojim se odlučuje temeljem rane efektivne doze (mjere za sprječavanje unosa radioaktivnosti gutanjem, hitna ograničenja konzumacije hrane i vode, kontrola kontaminacije, dekontaminacija, registracija ozračenih osoba, ...).

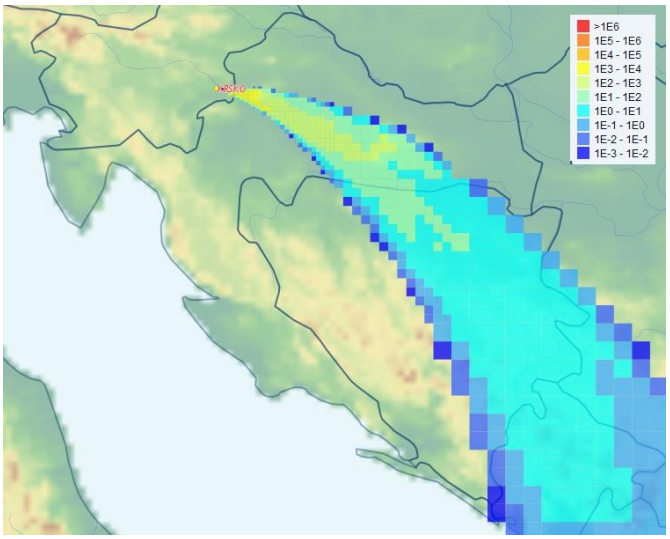
Slika 6.13.-9 - Ekvivalentna doza za štitnjaču za prvih 7 dana (mSv)

Slika 6.13.-9 prikazuje raspodjelu ekvivalentne doze za štitnjaču koju stanovništvo prima tijekom prvih 7 dana, opet uz pretpostavku obavljanja normalnih aktivnosti. U slučaju "najvjerojatnijeg događaja" doze za štitnjaču na područjima Republike Hrvatske ne premašuju 50 mSv, što znači da niti profilaksa stabilnim jodom nije nužna.



Slika 6.13.-10 – Maksimalna koncentracija I-131 u kravljem mlijeku (Bq/kg)

Na slikama 6.13.-10 i 6.13.-11 prikazane su koncentracije radionuklida I-131 i Cs-137 koje bi se pojavile u kravljem mlijeku u danima, tjednima i mjesecima nakon prolaska radioaktivnog oblaka ukoliko bi izostale odgovarajuće zaštitne mjere. Kontaminacija mlijeka je posljedica kontaminacije tla, a time i stočne hrane i vode koja se koristi za napajanje stoke. Granične vrijednosti (operativne intervencijske razine) kod kojih je nužno uvesti ograničenja u konzumaciji i distribuciji prehrambenih proizvoda i vode za piće iznose 1.000 Bq/kg za I-131, odnosno 200 Bq/kg za Cs-137. Usporedba koncentracija i operativnih intervencijskih razina ukazuje na to da je na udaljenostima do oko 150 km od elektrane, odnosno na područjima površine nekoliko tisuća km2, nužno uvesti ograničenja u konzumaciji i distribuciji kravljeg mlijeka i/ili poduzeti druge mjere kojima će se smanjiti razina kontaminacije mlijeka. Slično vrijedi i za druge poljoprivredne proizvode.



Slika 6.13.-11 – Maksimalna koncentracija Cs-137 u kravljem mlijeku (Bq/kg)

3.13.2.1.1. POSLJEDICE

Općenito, posljedice nuklearnih nesreća su raznovrsne i može ih se kategorizirati na više načina (radiološke/ne radiološke, izravne/neizravne, kratkoročne/dugoročne, on-site/off-site, ...). Agencija za nuklearnu energiju (NEA) Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD) predlaže podjelu posljedica nuklearne nesreće u sljedeće glavne kategorije [15]:

- utjecaji izlaganja ionizirajućem zračenju na zdravlje stanovništva (bolesti, smrtni slučajevi, bol, patnja, troškovi liječenja, gubici prihoda, ...),

- troškovi poduzimanja zaštitnih mjera (troškovi evakuacije, troškovi dekontaminacije, gubici prihoda, gubici vrijednosti nekretnina, gubici kontaminiranih poljoprivrednih i drugih proizvoda, troškovi osiguranja nadomjesne hrane i vode za piće, ...),
- ostali ekonomski gubici (gubici u izvozu zbog stvaranja loše slike, gubici u turizmu , ...),
- utjecaji na okoliš i
- psihološki, socijalni i politički utjecaji.

U nastavku su posljedice "najvjerojatnijeg događaja" iskazane putem predefiniranih matrica koje se odnose na život i zdravlje ljudi, gospodarstvo i društvenu stabilnost i politiku. Posljedice po život i zdravlje ljudi su ocijenjene kao "neznatne" (tablica 6.13.-3.), jer u ovoj vrsti nesreće nema poginulih, ozlijeđenih, oboljelih, zbrinutih, evakuiranih niti sklonjenih osoba. Posljedice po gospodarstvo su aproksimirane kao zbroj troškova poduzimanja mjera zaštite (nekoliko milijardi kuna), gubitaka uzrokovanih smanjenjem potražnje za hrvatskim proizvodima (nekoliko milijardi kuna) i gubitaka u turizmu (nekoliko desetaka milijardi kuna). Razvidno je da je i bez uzimanja u obzir gubitaka vezanih uz suvlasništvo HEP-a u NE Krško zbroj znatno veći od 7 milijardi kuna, pa se posljedice u gospodarstvu ocjenjuju "katastrofalnim" (tablica 6.13.-4.).

Kada se radi o društvenoj sigurnosti i politici, u "najvjerojatnijem događaju" ne dolazi do oštećenja kritične infrastrukture, štete ili gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja niti do prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. Iz tog razloga su posljedice u sva tri slučaja ocijenjene kao "neznatne" (tablice 6.13.-5., -6. i -7.). Jasno je, međutim, da posljedice ovakvog događaja na društvenu sigurnost i politiku nisu neznatne. Upravo obrnuto, razmatrani scenarij bi zasigurno prouzročio znatne psihološke, socijalne i političke utjecaje, ali bi se oni manifestirali na područjima koja nisu obuhvaćena matricama.

U nastavku se razmatraju posljedice "najvjerojatnijeg događaja" prema svakoj od navedenih kategorija.

3.13.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Rane efektivne doze koje će primiti stanovništvo, kao i ekvivalentne doze na štitnjaču (vidi prethodno poglavlje), upućuju na to da u slučaju "najvjerojatnijeg događaja" ne treba očekivati pojavu ranih (determinističkih) učinaka ionizirajućeg zračenja. Isto vrijedi i za zakašnjele (stohastičke) učinke koje bi bilo moguće detektirati. Iz toga proizlazi da utjecaji izlaganja ionizirajućem zračenju na zdravlje stanovništva u ovakvom scenariju nisu od primarnog značaja. Neovisno o tome, za očekivati je određeno povećanje pritiska na zdravstveni sustav zbog zabrinutosti stanovništva za zdravlje, uzrokovanog nepovjerenjem, dezinformacijama i sl.

Tablica 6.13.-3.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.13.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Kada su u pitanju troškovi poduzimanja mjera zaštite, u ovakvoj vrsti nesreće dominiraju oni vezani uz poljoprivredu. Ispuštanje radioaktivnog materijala u okoliš dovodi do kontaminacije takve razine da je nužno uvesti i mjesecima provoditi niz mjera kako koncentracije radionuklida u prehrambenim proizvodima ne bi premašile najviše dopuštene vrijednosti. Kada je riječ o ratarstvu, voćarstvu i vinogradarstvu, na površini od nekoliko tisuća km^2 je nužno zabraniti konzumaciju i distribuciju svih proizvoda koje se uzgaja na otvorenom prostoru. Na tom području, dakle, nesreća uzrokuje gubitak ukupne godišnje ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje. Nužne mjere u stočarstvu uključuju:

- držanje stoke u zatvorenim prostorima i do nekoliko mjeseci,
- osiguranje zamjenske stočne hrane iz uvoza,
- košnju i zbrinjavanje kontaminirane trave za terenima za ispašu,
- uvođenje radiološke kontrole prije klanja stoke i
- uvođenje radiološke kontrole prehrambenih proizvoda.

Ukupni troškovi poduzimanja mjera zaštite u poljoprivredi procjenjuju se na nekoliko milijardi kuna. Najveće pojedinačne stavke su gubitak jednogodišnje ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje te troškovi zbrinjavanje kontaminirane trave i poljoprivrednih proizvoda. Značajna stavka su i troškovi radioloških mjerenja. Potrebno je naglasiti da poduzimanje nužnih mjera zaštite, posebice onih u poljoprivredi, nije moguće bez značajnih povećanja kapaciteta za obavljanje radioloških mjerenja (in-situ i laboratorijskih).

Ostale ekonomske gubitke se može podijeliti u dvije podskupine: (1) gubitke uzrokovane smanjenjem potražnje za hrvatskim proizvodima (poljoprivrednim i drugim) i (2) gubitke u turizmu. Jedni i drugi su vezani uz narušavanje reputacije, odnosno uz stvaranje loše slike o Hrvatskoj.

Prva podskupina se odnosi na gubitke zbog smanjenja izvoza i plasmana na domaćem tržištu prehrambenih i drugih proizvoda koji su s radiološkog stanovišta potpuno sigurni, ali koji za kupce postaju nepoželjni zbog područja s kojeg dolaze. Na međunarodnim tržištima se predviđa i uvođenje privremenih zabrana distribucije hrvatskih proizvoda. Valja naglasiti da je jednom izgubljeno tržište vrlo teško vratiti, pa privremene zabrane mogu imati dugoročne utjecaje. Gubitci iz ove podskupine se procjenjuju na nekoliko milijardi kuna.

Za Hrvatsku, kao zemlju u kojoj turizam predstavlja stratešku granu gospodarstva i jednu od najkonkurentnijih djelatnosti, utjecaji na taj sektor su izuzetno važni. Spominjanje Hrvatske u kontekstu nuklearne nesreće nesumnjivo stvara lošu sliku, pa će dobar dio potencijalnih gostiju zbog brige za zdravlje odabrati neku drugu destinaciju. Dugoročni štetni utjecaji u turizmu procjenjuju se na desetke milijardi kuna.

Posebna kategorija "ostalih ekonomskih gubitaka" su oni koji proizlaze iz suvlasništva HEP-a u NE Krško, odnosno u postrojenju koje je uzročnik nesreće. U tu kategoriju ulaze (1) gubici zbog smanjenja vlastitih proizvodnih kapaciteta i (2) gubici zbog odgovornosti za počinjenu štetu. Gubici pod (1) proizlaze iz potrebe nadomještanja električne energije koja bi bila proizvedena u NE Krško energijom iz drugih (za HEP skupljih) izvora. Ti se gubici procjenjuju na nekoliko milijardi kuna. Gubici pod (2) proizlaze iz činjenice da su u slučaju nuklearne nesreće osiguranjem pokrivene štete do određenog iznosa, dok sve daljnje štete snosi vlasnik nuklearne elektrane. Štete koje nisu pokrivene osiguranjem mogle bi biti tolike da bi u pitanje bio doveden i sam opstanak HEP-a.

Tablica 6.13.-4. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

3.13.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

U ovoj vrsti nesreće razina radioaktivne kontaminacije okoliša nije tolika da bi trebalo očekivati vidljive promjene u biljnom ili životinjskom svijetu. Nije za očekivati niti nužnost dugoročnijeg ograničavanja upotrebe zahvaćenih područja ili pojavu potrebe za njihovom prenamjenom. Dakle, u "najvjerojatnijem događaju" su utjecaji na okoliš (uz izuzetak ekonomskih utjecaja na gospodarske sektore) od sekundarnog značaja.

Unatoč tome što su utjecaji izlaganja ionizirajućem zračenju na zdravlje stanovništva zanemarivi i što odgovor na nesreću ne uključuje mjere koje uzrokuju najviše stresa (misli se ponajprije na evakuaciju i preseljenje), nesumnjivo je da bi "najvjerojatniji događaj" prouzročio značajne psihološke, socijalne i političke utjecaje. Tu se ubrajaju, strah, zabrinutost, stigmatizacija stanovništva sa zahvaćenih područja, pad povjerenja u državne institucije, porast broja građana kojima je potrebna socijalna pomoć i dr.

Tablica 6.13.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.13.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.13.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

Kada je u pitanju "najvjerojatniji događaj", rizik za svih pet vrsta utjecaja se ocjenjuje "niskim". To su utjecaji na život i zdravlje ljudi, utjecaji na gospodarstvo, oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja i utjecaji prestanka rada kritične

infrastrukture na rok dulji od 10 dana. U svih pet slučajeva posljedice su procijenjene kao "neznatne", a vjerojatnost kao "umjerena". Ukupni rizik je također dobiven kombinacijom "neznatnih" posljedica i "umjerene" vjerojatnosti, pa je i on ocijenjen "niskim" kao što je i vidljivo u poglavlju *6.13.3 Matrice rizika.*

.16.1.6.1. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Procjena vjerojatnosti, odnosno frekvencije "najvjerojatnijeg događaja" temelji se na rezultatima tzv. PSA (Probabilistic Safety Assessment) postupka. Kratki opis tog postupka dan je u poglavlju 6.13.4.1. Općenito, PSA je moguće provesti na tri razine. U NE Krško su provedene i povremeno se ažuriraju prva i druga razina. U okviru prve razine postupka procijenjena je frekvencija oštećenje reaktorske jezgre, i to u iznosu od 4,3 x 10^{-5} po reaktor-godini. To je u suglasju s rezultatima dobivenim za druge nuklearne elektrane. Oni se kreću u rasponu od 10^{-4} do 10^{-7}, pri čemu se najčešće navode vrijednosti od oko 5 x 10^{-5} oštećenja jezgre po reaktor-godini.

Rezultati druge razine PSA postupaka za NE Krško ukazuju na to da je u slučaju oštećenja jezgre najvjerojatniji slijed događaja upravo onakav kakav je pretpostavljen u "najvjerojatnijem događaju". To podrazumijeva ispuštanje radioaktivnih tvari iz jezgre u primarni krug, ispuštanje iz primarnog kruga u zaštitnu zgradu, zadržavanje radioaktivnih tvari u zaštitnoj zgradi određeno vrijeme i na kraju kontrolirano (filtrirano) ispuštanje u okoliš. Sumarna frekvencija za kontrolirane ispuste iz zaštitne zgrade NE Krško u okoliš procijenjena je na 3,0 x 10^{-5} po reaktor-godini. Ukoliko se pretpostavi da će NE Krško biti u pogonu još 25 godina (dakle do 2043. godine), proizlazi da vjerojatnost da tijekom preostalog pogonskog vijeka dođe do takvih ispusta iznosi 7,5 x 10^{-4}, odnosno manje od jedan promil.

Na osnovi navedenih rezultata PSA postupka provedenog u NE Krško vjerojatnost/frekvencija "najvjerojatnijeg događaja" se ocjenjuje kao "iznimno mala". Potrebno je napomenuti da broj dosadašnjih nesreća u nuklearnim elektranama u kojima je došlo do oštećenja jezgre upućuje na to da bi vjerojatnosti/frekvencije dobivene PSA postupcima mogle biti podcijenjene. Iz toga slijedi da bi frekvencija "najvjerojatnijeg događaja" mogla biti veća od 3,0 x 10^{-5} po reaktor-godini. Ako to i jest slučaj, frekvencija takve vrste nesreće zasigurno ostaje unutar kategorije 1 u tablici 6.13.-8.".

Tablica 6.13.-8. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	

3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.13.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

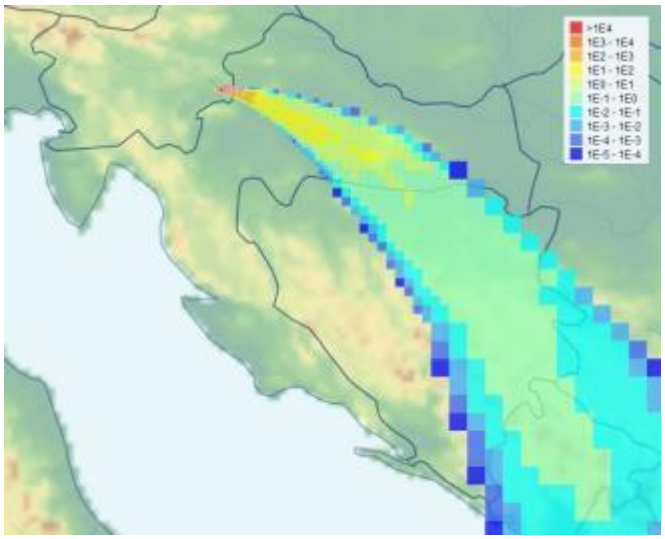
"Događaj s najgorim mogućim posljedicama" odvija se identično kao "najvjerojatniji događaj", uz jednu bitnu razliku: u ovom slučaju ispuštanje iz zaštitne zgrade u okoliš nije kontrolirano, odnosno ne odvija se kroz filtre. Zbog toga u okoliš dospijevaju znatno veće količine radioaktivnih tvari.

I u ovom slučaju nesreća započinje pojavom vremenskih uvjeta koji na području Slovenije i u susjednim državama uzrokuju formiranje debele ledene kore na tlu. Zbog oštećenja na sustavu za prijenos i distribuciju električne energije NE Krško ostaje bez vanjskih izvora napajanja, a zbog problema koje ledena kora uzrokuje na samom postrojenju i bez vlastitih izvora napajanja. To dovodi do pregrijavanja i oštećenja reaktorske jezgre, ispuštanja radioaktivnosti iz jezgre u primarni krug, a potom i do ispuštanja iz primarnog kruga u zaštitnu zgradu elektrane.

Deset sati nakon oštećenja jezgre započinje ispuštanje radioaktivnih tvari iz zaštitne zgrade u okoliš. Ispuštanje se ne odvija kroz filtre, pa tijekom 5 sati u okoliš dospijeva svih 6,2 x 10^{18} Bq sadržanih u atmosferi zaštitne zgrade. Zbog toga što ne prolazi kroz filtere, ispust u "događaju s najgorim mogućim posljedicama" sadrži 100 puta više joda i 1000 puta više ostalih aerosola od ispusta u "najvjerojatnijem događaju". Količine ispuštenih plemenitih plinova su u oba slučaja jednake, jer filtri na njih nemaju utjecaja (tablica 6.13.-9.).

Tablica 6.13.-9. – Sadržaj ispusta iz zaštitne zgrade u okoliš

Radionuklid	Aktivnost (Bq)	Radionuklid	Aktivnost (Bq)	Radionuklid	Aktivnost (Bq)
Kr-85	$1,1 \times 10^{16}$	Kr-85m	$9,7 \times 10^{16}$	Kr-87	$3,9 \times 10^{15}$
Kr-88	$1,1 \times 10^{17}$	Rb-87	$2,6 \times 10^{02}$	Rb-88	$1,1 \times 10^{17}$
Sr-89	$2,0 \times 10^{16}$	Sr-90	$7,8 \times 10^{14}$	Sr-91	$1,2 \times 10^{16}$
Y-90	$5,3 \times 10^{12}$	Y-91	$1,7 \times 10^{15}$	Y-91m	$4,8 \times 10^{14}$
Mo-99	$8,2 \times 10^{15}$	Tc-99	$1,5 \times 10^{07}$	Tc-99m	$8,2 \times 10^{15}$
Rh-103	$6,3 \times 10^{15}$	Rh-106	$1,4 \times 10^{15}$	Ru-103	$6,3 \times 10^{15}$
Ru-106	$1,4 \times 10^{15}$	Sb-127	$6,0 \times 10^{15}$	Sb-129	$7,4 \times 10^{15}$
Te-127	$2,7 \times 10^{15}$	Te-127m	$2,8 \times 10^{12}$	Te-129	$5,8 \times 10^{15}$
Te-129m	$5,8 \times 10^{15}$	Te-131	$2,3 \times 10^{15}$	Te-131m	$1,0 \times 10^{16}$
Te-132	$1,2 \times 10^{17}$	I-131	$2,0 \times 10^{17}$	I-132	$2,8 \times 10^{17}$
I-133	$3,1 \times 10^{17}$	I-134	$1,8 \times 10^{14}$	I-135	$1,3 \times 10^{17}$
Xe-131m	$1,9 \times 10^{16}$	Xe-133	$3,2 \times 10^{18}$	Xe-133m	$1,1 \times 10^{17}$
Xe-135	$1,2 \times 10^{18}$	Xe-135m	$2,1 \times 10^{16}$	Xe-138	$5,4 \times 10^{05}$
Cs-134	$1,3 \times 10^{16}$	Cs-135	$3,4 \times 10^{07}$	Cs-136	$5,3 \times 10^{15}$
Cs-137	$8,6 \times 10^{15}$	Cs-138	$5,9 \times 10^{11}$	Ba-137m	$8,6 \times 10^{15}$
Ba-140	$4,5 \times 10^{16}$	La-140	$2,3 \times 10^{15}$	Ce-144	$6,0 \times 10^{15}$
Pr-144	$6,0 \times 10^{15}$	Pr-144m	$1,7 \times 10^{13}$	Np-239	$1,0 \times 10^{17}$

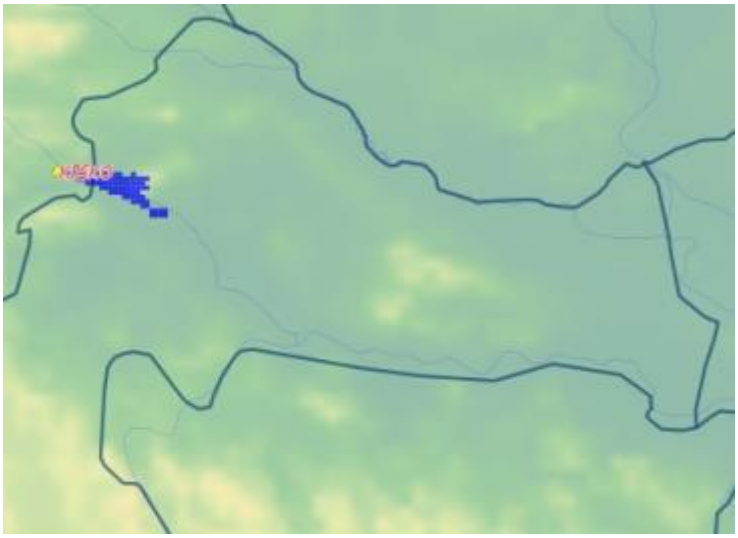


Vremenski trenutak u kojem započinje ispuštanje je identičan onome za "najvjerojatniji događaj" (20 sati po lokalnom vremenu), a identično je i stanje atmosfere. Zbog toga je i radioaktivni oblak istih dimenzija te se kreće se istom brzinom u istom (nepovoljnom) smjeru (vidi sliku 6.13.-7.). Sadržaj radioaktivnog oblaka, naravno, nije isti.

Slika 6.13.-12. – Efektivna doza za prvih 7 dana (mSv)

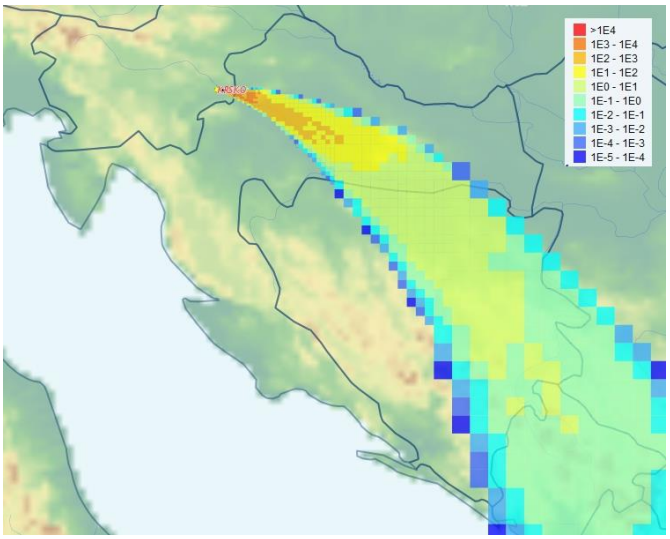
Slika 6.13.-12. prikazuje prostornu raspodjelu rane efektivne doze. Tu bi dozu stanovništvo primilo tijekom prvih 7 dana uz pretpostavku obavljanja normalnih aktivnosti. Vrijednosti na udaljenostima do oko 40 km od NE Krško, odnosno na hrvatskom teritoriju površine nekoliko stotina km^2 premašuju 100 mSv. Iz tog razloga se na tom teritoriju provodi evakuacija i zaklanjanje stanovništva, i to na način da se područje zone za poduzimanje hitnih mjera zaštite (UPZ) evakuira, dok se na udaljenijim lokacijama provodi zaklanjanje (slika 6.13.-13.). Evakuacijom je obuhvaćeno nekoliko desetaka

tisuća, a zaklanjanjem nekoliko stotina tisuća ljudi. Na područjima na kojima rane doze premašuju 100 mSv poduzimaju se i druge hitne mjere zaštite (mjere za sprječavanje unosa radioaktivnosti gutanjem, hitna ograničenja konzumacije hrane i vode, kontrola kontaminacije, dekontaminacija, registracija ozračenih osoba, ...).

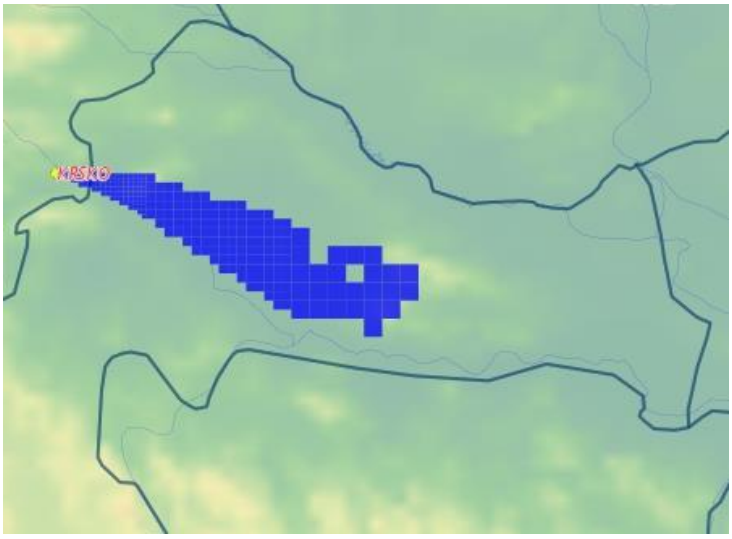


Slika 6.13.-13. – Područja na kojima se provodi evakuaciju ili zaklanjanje

Na slici 6.13.-14. prikazana je raspodjela ekvivalentne doze za štitnjaču, koju bi stanovništvo primilo tijekom prvih 7 dana uz pretpostavku obavljanja normalnih aktivnosti. Ta doza premašuje vrijednost od 50 mSv na udaljenostima do oko 150 km od NE Krško, odnosno na područjima površine od oko 3.000 km^2 sa više od milijun stanovnika. Na tim područjima se u cilju smanjenja doze na štitnjaču poduzima profilaksa stabilnim jodom (slika 6.13.-15.). Razvidno je da se jodna profilaksa primjenjuje na znatno većem području od onoga na kojem se provode evakuacija i zaklanjanje.



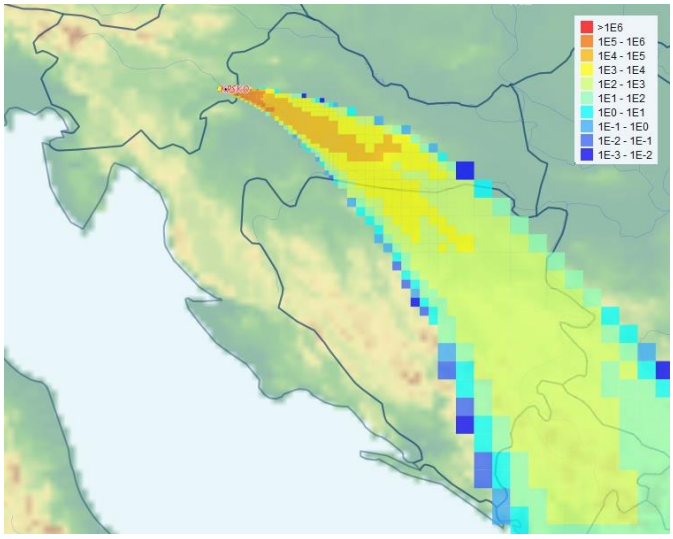
Slika 6.13.-14. – Ekvivalentna doza za štitnjaču za prvih 7 dana (mSv)



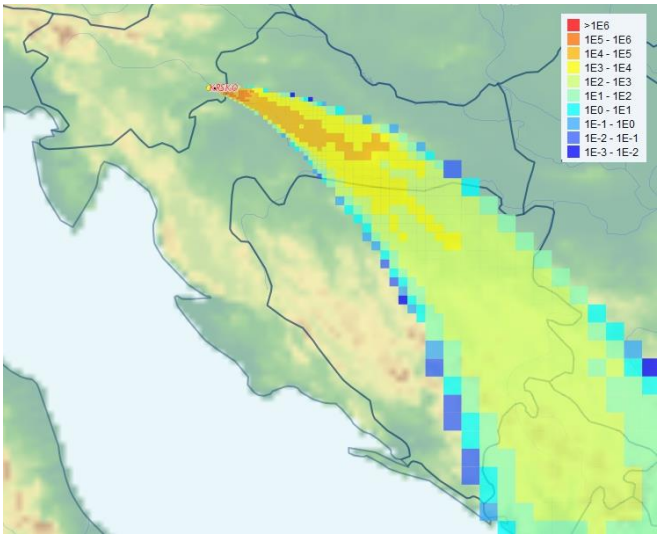
Slika 6.13.-15. – Područja na kojima se primjenjuje profilaksu stabilnim jodom

Slike 6.13.-16. i -17. prikazuju maksimalne koncentracije radionuklida I-131 i Cs-137 koje bi se pojavile u kravljem mlijeku u danima, tjednima ili mjesecima nakon prolaska radioaktivnog oblaka ukoliko se ne bi poduzelo odgovarajuće mjere zaštite. Granične vrijednosti kod kojih je nužno uvesti ograničenja u konzumaciji i distribuciji prehrambenih proizvoda i vode za piće iznose 1.000 Bq/kg za I-131, odnosno 200 Bq/kg za Cs-137. Iz usporedbe graničnih vrijednosti i koncentracija sa slika 6.13.-16. i -17. proizlazi da je na gotovo čitavom području zahvaćenom radioaktivnim oblakom (desetak

tisuća km^2) nužno uvesti ograničenja u konzumaciji i distribuciji kravljeg mlijeka i/ili poduzeti druge mjere kojima će se smanjiti kontaminacija mlijeka. Slično vrijedi i za druge poljoprivredne proizvode.



Slika 6.13.-16. – Maksimalna koncentracija I-131 u kravljem mlijeku (Bq/kg)



Slika 6.13.-17. – Maksimalna koncentracija Cs-137 u kravljem mlijeku (Bq/kg)

Radiološka mjerenja koja se u prvim danima nesreće provode na pojedinim evakuiranim područjima upućuju na to da na ta područja brzi povratak nije moguć, jer projicirana godišnja efektivna doza znatno premašuje graničnu vrijednost u iznosu od 100 mSv. Iz tog razloga se za tridesetak tisuća ljudi organizira preseljenje. Veći dio preseljenih osoba se u nadolazećim mjesecima i godinama postupno vraća u svoje domove, a za manji dio preseljenje postaje trajno.

3.13.2.2.1. POSLJEDICE

Posljedice se, kao i u slučaju "najvjerojatnijeg događaja", iskazuju kroz 5 kategorija definiranih od strane Agencije za nuklearnu energiju (NEA) Organizacije za ekonomsku suradnju i razvoj (OECD). To su (1) utjecaji izlaganja ionizirajućem zračenju na zdravlje stanovništva, (2) troškovi poduzimanja zaštitnih mjera, (3) ostali ekonomski gubici, (4) utjecaji na okoliš i (5) psihološki, socijalni i politički utjecaji.

3.13.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Čak i bez primjene zaštitnih mjera doze koje bi primilo stanovništvo nisu takve da bi prouzročile pojavu ranih (determinističkih) učinaka ionizirajućeg zračenja. S obzirom na to da je scenarijem predviđeno poduzimanje širokog spektra hitnih, ranih i dugoročnih zaštitnih mjera, doze koje će primiti stanovništvo biti će znatno manje od projiciranih. Zbog toga ne treba očekivati niti zakašnjele (stohastičke) učinke koje bi bilo moguće detektirati i sa sigurnošću pripisati posljedicama izlaganja zračenju. To vrijedi i za karcinom štitnjače. S duge strane, predviđa se da će evakuacija i preseljenje stanovništva uzrokovati nekoliko desetaka smrtnih slučajeva koji nisu izravno povezani s ionizirajućim zračenjem. Većinu stradalih će sačinjavati starije i bolesne osobe, a uzrok stradavanja će biti stres prouzročen evakuacijom ili preseljenjem te nemogućnost dobivanja odgovarajuće medicinske skrbi. Manjinu će predstavljati osobe stradale u prometu tijekom samoevakuacije.

U kasnijim fazama nesreće doći će do porasta pritiska na zdravstveni sustav zbog potrebe dugoročnog medicinskog praćenja znatnije ozračenih osoba te zbog zabrinutosti stanovništva za zdravlje uzrokovane nepovjerenjem, dezinformacijama i sl.

Posljedice "događaja s najgorim mogućim posljedicama" može se iskazati putem predefiniranih matrica. Posljedice po život i zdravlje ljudi su ocijenjene "katastrofalnim" (tablica 6.13.-10.), jer se uz gubitak nekoliko desetaka života predviđa evakuacija i preseljenje nekoliko desetaka tisuća te zaklanjanje nekoliko stotina tisuća ljudi.

Tablica 6.13.-10. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

3.13.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

U ovom se scenariju primjenjuje mnogobrojne mjere zaštite, a svaka od njih stvara određene troškove. U ukupnim troškovima poduzimanja mjera zaštite dominantni će biti oni vezani uz preseljenje stanovništva, dekontaminaciju objekata i okoliša te uz poljoprivredu.

Troškovi preseljenja i kompenzacije isplaćene preseljenom stanovništvu procjenjuju se na nekoliko desetaka milijardi kuna. Troškovi dekontaminacije objekata i okoliša se procjenjuju na dodatnih desetak milijardi kuna. Dekontaminacija je nužna kako bi se barem dijelu preseljenog stanovništva omogućilo povratak.

U poljoprivredi se predviđa provedba čitavog niza mjera u cilju zadržavanja koncentracija radionuklida u prehrambenim proizvodima ispod najviših dopuštenih vrijednosti. Kada je u pitanju ratarstvo, voćarstvo i vinogradarstvo, na površini od desetak tisuća km2 biti će nužno zabraniti konzumaciju i distribuciju svih proizvoda koje se uzgaja na otvorenom prostoru. Na tom području će također biti potrebno provoditi razne mjere smanjenja kontaminacije tla, da bi se nakon nekoliko godina moglo ponovo započeti s proizvodnjom. Nesreća će, dakle, dovesti do gubitka ukupne višegodišnje ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje na najvećem dijelu područja zahvaćenog radioaktivnim oblakom, kao i do potrebe zbrinjavanja kontaminiranih proizvoda. Kada je riječ o stočarstvu, nužne mjere uključuju:

- eutanaziranje visoko kontaminirane stoke i zbrinjavanje ostataka,
- držanje stoke u zatvorenim prostorima i do nekoliko godina,
- osiguranje zamjenske stočne hrane iz uvoza,
- košnju i zbrinjavanje kontaminirane trave za terenima za ispašu,
- uvođenje radiološke kontrole prije klanja stoke i
- uvođenje radiološke kontrole prehrambenih proizvoda.

Ukupni troškovi poduzimanja mjera zaštite u poljoprivredi procjenjuju se na nekoliko desetaka milijardi kuna. Najveće pojedinačne stavke su višegodišnji gubitak ratarske, voćarske i vinogradarske proizvodnje, troškovi mjera za smanjenje razine kontaminacije poljoprivrednih površina i troškovi zbrinjavanja kontaminiranog materijala. Značajna stavka su i troškovi radioloških mjerenja.

Ostale ekonomske gubitke sačinjavaju (1) gubitci uzrokovani drastičnim padom potražnje za hrvatskim proizvodima (poljoprivrednim i drugim) i (2) gubitci u turizmu. Jedni i drugi su vezani uz narušavanje reputacije, odnosno uz stvaranje loše slike o Hrvatskoj.

Prva podskupina predstavlja gubitke zbog potpunog sloma izvoza te zbog značajnog smanjenja plasmana hrvatskih proizvoda (poljoprivrednih i drugih) na domaćem tržištu. Na međunarodnim tržištima se predviđa uvođenje dugoročnih zabrana za hrvatske proizvode, a na domaćim okretanje potrošača proizvodima iz uvoza. Gubitci iz ove podskupine se procjenjuju na desetke milijardi kuna.
Druga podskupina predstavlja najveću pojedinačnu stavku među svim financijskim posljedicama nesreće. Zbog spominjanja Hrvatske u kontekstu nuklearne nesreće stvara se loša slika, pa najveći dio potencijalnih gostiju zbog brige za zdravlje odabire neku drugu destinaciju. Predviđa se da bi štetni utjecaji u turizmu potrajali godinama i da bi gubici premašili iznos od stotinu milijardi kuna.

I u slučaju "događaja s najgorim mogućim posljedicama" valja upozoriti na posebnu kategoriju ekonomskih gubitaka, vezanu uz suvlasništvo HEP-a u NE Krško. Tu se ubrajaju (1) gubitci zbog smanjenja vlastitih proizvodnih kapaciteta i (2) gubici zbog odgovornosti za počinjenu štetu. Gubici pod (1) proizlaze iz potrebe nadomještanja električne energije koja bi bila proizvedena u NE Krško energijom iz drugih (za HEP skupljih) izvora. Ti gubici su identični kao u slučaju "najvjerojatnijeg događaja" i procjenjuju se na nekoliko milijardi kuna. Gubici pod (2), koji proizlaze iz činjenice da su u slučaju nuklearne nesreće osiguranjem pokrivene samo štete do određenog iznosa, znatno su veći nego za "najvjerojatniji događaj". U "događaju s najgorim mogućim posljedicama" se gubici zbog odgovornosti za štetu procjenjuju takvima da bi opstanak HEP-a zasigurno bio doveden u pitanje.

Posljedice po gospodarstvo se mogu aproksimirati zbrojem troškova poduzimanja zaštitnih mjera (više desetaka milijardi kuna), gubitaka uzrokovanih smanjenjem potražnje za hrvatskim proizvodima (više desetaka milijardi kuna) i gubitaka u turizmu (stotinu i više milijardi kuna). Nesumnjivo je da su posljedice po gospodarstvo "katastrofalne" (tablica 6.13-11.), te da to vrijedi i bez uračunavanja šteta vezanih uz suvlasništvo HEP-a u NE Krško.

Tablica 6.13.-11. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	**X**

3.13.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

S obzirom na to da vidljive promjene u biljnom ili životinjskom svijetu nisu uočene čak niti u Černobilskoj nesreći , takve se promjene ne predviđaju niti u "događaju s najgorim mogućim posljedicama". No, za očekivati je da bi na područjima s visokim razinama kontaminacije bilo nužno uvesti ograničenja u korištenju ili im privremeno ili trajno promijeniti namjenu. Primjer je gubitak terena za sport i rekreaciju, što može bitno utjecati na kvalitetu života. Ovakve utjecaje je vrlo teško kvantificirati.

Provedba mjera zaštite, smanjenje prihoda kao i sam život na kontaminiranom području nesumnjivo uzrokuju značajne psihološke, socijalne i političke utjecaje. Oni su u ovom slučaju bitno izraženiji od onih za "najvjerojatniji događaj". Primjer su strah, zabrinutost, stigmatizacija stanovništva sa zahvaćenih područja, pad povjerenja u državne institucije i porast stope siromaštva (zbog pada prihoda i porasta cijena, među ostalim hrane). Pretpostavlja se da bi "događaj s najgorim mogućim posljedicama "dodatno ubrzao iseljavanje iz Hrvatske i uzrokovao povlačenje stranog kapitala, što bi predstavljalo težak udarac za dohodovnu stranu držanog proračuna.

Kada je u pitanju društvena sigurnost i politika, u "događaju s najgorim mogućim posljedicama" neće doći do oštećenja kritične infrastrukture niti do izravnih šteta ili gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja. Do prestanka rada kritične infrastrukture će doći na visoko kontaminiranim područjima s kojih je stanovništvo preseljeno. Dakle, prestanci u radu kritične infrastrukture dulji od 10 dana će se sasvim sigurno dogoditi, ali na područjima na kojima neće biti potencijalnih korisnika te infrastrukture. Zbog svega navedenog, posljedice u tablicama 6.13.-12., -13. i -14. su ocijenjene kao "neznatne". Jasno je, međutim, da posljedice "događaja s najgorim mogućim posljedicama" na društvenu sigurnost i politiku nisu "neznatne" nego katastrofalne, odnosno da se snažni nepovoljni utjecaji manifestiraju na područjima koja nisu obuhvaćena matricama.

Tablica 6.13.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.13.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.13.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

U prethodnim poglavljima procijenjene su posljedice "najvjerojatnijeg događaja" i "događaja s najgorim mogućim posljedicama" prema štetnim utjecajima na (1) život i zdravlje ljudi, (2) gospodarstvo i (3) društvenu stabilnost i politiku (kroz tri podvrste utjecaja). Uz to, za oba događaja su procijenjene vjerojatnosti pojave. U nastavku su prikazane predefinirane matrice pomoću kojih se

kombiniranjem kategorija posljedica i vjerojatnosti pojave utvrđuju kategorije rizika, i to prvo s obzirom na zasebne utjecaje, a potom sumarno.

Kada je u pitanju "najvjerojatniji događaj", rizik za četiri vrste utjecaja se ocjenjuje "niskim". To su utjecaji na život i zdravlje ljudi (poglavlje 6.13.3.), oštećenja kritične infrastrukture (poglavlje 6.13.3.), štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja (poglavlje 6.13.3.) i utjecaji prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana (poglavlje 6.13.3.). U sva četiri slučaja posljedice su procijenjene kao "neznatne", a vjerojatnost kao "iznimno mala". Rizik po gospodarstvo (poglavlje 6.13.3.), dobiven kombinacijom "katastrofalnih" posljedica i "iznimno male" vjerojatnosti, ocijenjen je "umjerenim".

Ukupni rizik je ocijenjen bez uzimanja u obzir utjecaja na društvenu stabilnost i politiku. Tako se postupilo jer je utvrđeno da, kada je riječ o nuklearnim nesrećama, definirani pokazatelji ne daju pravu sliku o toj vrsti utjecaja (vidi poglavlje 6.13.2.1.1). Na osnovi vjerojatnosti događaja te utjecaja na život i zdravlje ljudi i gospodarstvo, ukupni rizik je ocijenjen "umjerenim" (poglavlje 6.13.3.).

Rizici pojedinačnih utjecaja za "događaj s najgorim mogućim posljedicama" ocijenjeni su "niskim" do "umjerenim". Rizici po život i zdravlje ljudi (poglavlje 6.13.3.) i po gospodarstvo (poglavlje 6.13.3.) dobiveni su kombinacijom "katastrofalnih" posljedica i "iznimno male vjerojatnosti", što rezultira "umjerenim" rizikom. Rizici koji se odnose na oštećenja kritične infrastrukture (poglavlje 6.13.3.), štete/gubitke na građevinama od javnog društvenog značaja (poglavlje 6.13.3.) i prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana (poglavlje 6.13.3.) dobiveni su kombinacijom "neznatnih" posljedica i "iznimno male vjerojatnosti" i ocijenjeni "niskim".

Ukupni rizik je, kao i u slučaju "najvjerojatnijeg događaja" ocijenjen bez uzimanja u obzir utjecaja na društvenu stabilnost i politiku. I ovdje vrijedi da definirani pokazatelji za utjecaje na društvenu stabilnost i politiku ne daju pravu sliku o toj vrsti utjecaja (vidi poglavlje 6.13.2.2.1). Na temelju vjerojatnosti događaja te utjecaja na život i zdravlje ljudi i gospodarstvo, ukupni rizik je ocijenjen "umjerenim" (poglavlje 6.13.3.). Usporedbom matrica u poglavlju 6.13.3. može se primijetiti da je za "najvjerojatniji događaj" i "događaj s nagorim mogućim posljedicama" dobivena ista kategorija rizika, unatoč tome što se kategorije posljedica razlikuju.

3.13.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

I u ovom slučaju se procjena vjerojatnosti, odnosno frekvencije, temelji na rezultatima PSA postupka provedenog za NE Krško. Frekvencija "događaja s najgorim mogućim posljedicama" aproksimira se sumarnom frekvencijom velikih (nekontroliranih) ispusta iz NE Krško, do kakvih bi moglo doći nakon oštećenja reaktorske jezgre. Do takvih ispusta može doći zbog gubitka izolacijske funkcije zaštitne zgrade ili u slučaju njenog zaobilaska.

Prema rezultatima druge razine PSA postupka, sumarna frekvencija za velike ispuste iz NE Krško iznosi 1,84 x 10^{-6} po reaktor-godini. Ako se taj iznos usvoji za frekvenciju "događaja s najgorim mogućim posljedicama", proizlazi da je ona dvadesetak puta manja od frekvencije "najvjerojatnijeg događaja", te da u matrici (tablica 6.13.-15) nesumnjivo ulazi u kategoriju "iznimno male" . Vjerojatnost da se "događaj s najgorim mogućim posljedicama" pojavi u preostalom životnom vijeku NE Krško (dakle do 2043. godine) iznosi 4,6 x 10^{-5}, odnosno oko 1/20.000.

Napomena koja je u poglavlju 2.1.2 dana vezano uz mogućnost podcjenjivanja vjerojatnosti/frekvencija u PSA postupcima vrijedi i u ovom slučaju. To znači da bi frekvencija pojave "događaja s najgorim mogućim posljedicama" mogla biti veća od 1,84 x 10^{-6} po reaktor-godini, ali ne toliko veća da bi došlo do promjene kategorije u tablici 6.13.-15.

Tablica 6.13.-15. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.13.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

3.13.3.1. *METODOLOGIJA*

Procjene rizika od nesreća u nuklearnim elektranama uobičajeno se temelje na već spomenutom PSA postupku. U ovom slučaju su krajnji ciljevi procjene bili postavljeni tako da ju je bilo nužno proširiti izvan okvira PSA postupka provedenog za NE Krško. Zbog toga je usvojen ovakav metodološki pristup:

- odabir i razrada "najvjerojatnijeg događaja" i "događaja s najgorim mogućim posljedicama" temeljeni su na rezultatima PSA postupaka provedenih za NE Krško i za druge nuklearne elektrane, kao i na iskustvima iz dosad zabilježenih nuklearnih nesreća, posebice onih u kojima je došlo do oštećenja reaktorske jezgre,
- procjena vjerojatnosti ispusta iz NE Krško u okoliš zasnovana je na rezultatima druge razine PSA postupka provedenog za to postrojenje,
- karakteristike ispusta iz NE Krško u okoliš definirane su primjenom računalnog programa InterRAS,

- atmosferska disperzija ispusta je modelirana primjenom sustava RODOS, a pomoću toga sustava su procijenjene i koncentracije radionuklida te doze ionizirajućeg zračenja za stanovništvo i
- troškovi i gubici uzrokovani "najvjerojatnijeg događajem" i "događajem s najgorim mogućim posljedicama" procijenjeni su na osnovi rezultata studija rađenih u Irskoj i Francuskoj, uz korekciju s obzirom na različitosti u odnosu na Hrvatsku.

U nastavku se daje kratki opis PSA postupka, računalnog programa InterRAS, sustava RODOS i dvije spomenute studije.

PSA postupak

PSA (Probabilistic Safety Assessment) je discipliniran i sustavni postupak predviđanja i razmatranja pojava u tehnološkom sustavu, koji omogućuje kvantitativnu procjenu rizika od neželjenih događaja [16][17]. Postupak uključuje determinističke i vjerojatnosne analize. Determinističkim analizama se ocjenjuje ponašanje tehnološkog sustava nakon pojave tzv. inicijalnog događaja, i to pomoću matematičkih modela koji opisuju fizikalne procese. Cilj je odrediti promjene fizikalnih veličina, te ustanoviti hoće li projektom predviđene vrijednosti procesnih parametara biti prekoračene. Također, cilj je utvrditi koji će sljedovi događanja rezultirati s prekoračenjima i zbog toga neželjenim posljedicama u postrojenju i u okolišu.

Determinističke analize se nadopunjuju vjerojatnosnim, budući da se kvarovi pojavljuju kao slučajni događaji. Vjerojatnosne analize se usredotočuju na određivanje vjerojatnosti sljedova kvarova koji će izazvati oštećenja sustava, a od posebnog su interesa oštećenja koja bi bila opasna za sustav ili za okoliš. Cilj je utvrditi slabosti i nedostatke u projektu, izvedbi, radu i održavanju sigurnosne i zaštitne opreme, te odrediti važnost komponenata i podsustava prema doprinosu kvaru.

PSA postupak je moguće primijeniti na tri razine. Na prvoj se identificiraju sljedovi koji vode k oštećenju reaktorske jezgre, utvrđuju inicijalni događaji i procjenjuju vjerojatnosti pojave. Na drugoj razini se analizira tijek događaja nakon oštećenja jezgre, te se utvrđuje do kakvih ispusta u okoliš može doći i koliko su oni vjerojatni. Na trećoj razini se razmatra širenje ispuštenog radioaktivnog materijala i procjenjuju utjecaji na ljudsko zdravlje.

PSA postupak je u nuklearnoj industriji široko prihvaćen te je u većini nuklearnih elektrana u svijetu primijenjen kao "najbolja praksa". U velikom broju država provedba prve i druge razine predstavlja zakonsku obvezu za vlasnika/operatera. PSA postupak prve i druge razine proveden je i u NE Krško, dok je za treću razinu neizvjesno hoće li i kada biti provedena.

Programski paket INTERRAS

InterRAS (INTERnational Radiological Assessment System) je programski paket za osobno računalo razvijen od strane Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) [18]. Razvijen je po uzoru na programski paket RASCAL (Radiological Assessment System for Consequence Analysis), kojim stručnjaci Nuklearne regulatorne komisije u SAD-u (U.S. NRC) provode neovisne procjene posljedica

u slučaju nesreće na nuklearnom postrojenju. RASCAL se također koristi za obučavanje i uvježbavanje interventnog osoblja u U.S. NRC.

Programski paket InterRAS se sastoji od tri zasebna računalna programa. To su programi ST-DOSE, FM-DOSE i DECAY. Program ST-DOSE namijenjen je analizi dominantnih aspekta vezanih za ispuštanje radioaktivnog materijala iz nuklearnog postrojenja, atmosferski transport i izlaganje radioaktivnom zračenju. Programom FM-DOSE (Field Measurement to Dose) se procjenjuju rani i zakašnjeli radiološki učinci nuklearne nesreće, i to na temelju izmjerenih koncentracija pojedinih radionuklida u zraku ili na tlu. Računalni program DECAY (Decay Calculator) omogućava provođenje detaljne analize radioaktivnog raspada zadanih radionuklida, kao i stvaranja novih iz radioaktivnog lanca.

U ovoj procjeni rizika korišten je isključivo program ST-DOSE, odnosno njegov modul za definiranje karakteristika ispusta na osnovi stanja u postrojenju. Taj modul se zasniva na metodi koju su za potrebe U.S. NRC još krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća razvili McKenna i Gutter [19]. Metoda omogućuje određivanje aktivnosti pojedinih radionuklida u ispustu na osnovi podataka o početnom inventaru reaktorske jezgre, intenzitetu ispuštanja radionuklida iz jezgre ovisno o stupnju njenog oštećenja te o djelovanju različitih mehanizama za redukciju aktivnosti koji su prisutni u postrojenju.

Sustav RODOS

RODOS (Real Time On-Line Decision Support System) je složeni računalni sustav za podršku u donošenju odluka o mjerama zaštite tijekom nuklearne nesreće [20]. Razvijen je u sklopu znanstveno-istraživačkih programa Europske unije, a namijenjen je primjeni u nacionalnim ili područnim centrima za izvanredni događaj. U operativnoj primjeni je u mnogim državama Europske unije. U Državnom zavodu za radiološku i nuklearnu sigurnost (sada Ministarstvo unutarnjih poslova) je instaliran 2008. godine, a od tada se koristi kao glavni alat za podršku u slučaju nuklearnog izvanrednog događaja.

RODOS je primjenjiv u svim fazama nesreće, odnosno prije, tijekom i nakon ispuštanja radioaktivnosti u okoliš. Daje podloge za odlučivanje o širokom spektru zaštitnih mjera uključujući zaklanjanje, evakuaciju, jodnu profilaksu, restrikcije u konzumiranju hrane, preseljenje, mjere u poljoprivredi i dekontaminaciju. Osim tijekom nesreće moguće ga je koristiti u okviru razvoja sustava pripravnosti, kao i za pripremu vježbi.

Sustav RODOS sadrži tri modela za analiziranje atmosferske disperzije na manjim udaljenostima: dva Gaussova tzv. puff modela (ATSTEP i RIMPUFF) te čestični model DIPCOT. Za velike udaljenosti na raspolaganju je model MATCH. Za potrebe ove procjene rizika korišten je model DIPCOT, koji je pogodan i za složene konfiguracije terena.

Francuska studija gubitaka i troškova u nuklearnoj nesreći

Francuska studija gubitaka i troškova u nuklearnoj nesreći izrađena je na Institutu za zaštitu od zračenja i nuklearnu sigurnost (Institut de Radioprotection et de Surete Nucleaire - IRSN) [21][22]. Pri izradi studije krenulo se od činjenice da je razumijevanje posljedica neophodno za postizanje odgovarajuće razine pripravnosti za nuklearnu nesreću te da su pokušaji dobivanja cjelovite slike o posljedicama vrlo rijetki. Cilj studije bio je utvrditi strukturu i provesti kvantifikaciju gubitaka i troškova u slučaju nuklearne nesreće, i to za dva neželjena scenarija na francuskoj nuklearnoj elektrani. Prvi scenarij, nazvan "ozbiljnom nesrećom", podrazumijeva oštećenje reaktorske jezgre i potom kontrolirano ispuštanje u okoliš, a ima puno dodirnih točaka s "najvjerojatnijim događajem". Drugi scenarij, pod nazivom "teška nesreća", uključuje oštećenje jezgre nakon kojega slijedi nekontrolirano ispuštanje u okoliš. Taj scenarij je sličan "događaju s najgorim mogućim posljedicama", a glavna razlika je u tome što je u francuskoj studiji nuklearna elektrana na teritoriju države od interesa, a ne u susjednoj državi.

Struktura troškova i gubitaka, kao i njihove procijenjene vrijednosti prikazani su u tablici 6.13.-16. Studija je pokazala da bi ukupni troškovi/gubici u slučaju "ozbiljne nesreće" iznosili oko 6% francuskog bruto domaćeg proizvoda. Ustanovljeno je i da bi najveći doprinos davali troškovi zbog stvaranja loše slike (odnosno gubitka reputacije) i troškovi vezani uz proizvodnju električne energije. Znakovito je da ti troškovi nisu izravno povezani s područjem zahvaćenim nesrećom. S obzirom na to da radiološki troškovi (misli se na zbroj off-site radioloških troškova i troškova vezanih uz kontaminirana područja) sudjeluju u ukupnim troškovima sa manje od 20%, ovakav tip izvanrednog događaja je okarakteriziran ponajprije kao ekonomska katastrofa. Procjena autora je da bi se s takvim izvanrednim događajem Francuska mogla nositi.

Ukupni troškovi "teške nesreće" procijenjeni su na više od 20% bruto domaćeg proizvoda i premašuju 10-godišnji francuski ekonomski rast. Za razliku od "ozbiljne nesreće", "teška nesreća" predstavlja ne samo ekonomsku nego i o radiološku katastrofu sa snažnim dugoročnim političkim i socijalnim utjecajima. Može se primijetiti da su radiološki troškovi (zbroj off-site radioloških troškova i troškova vezanih uz kontaminirana područja) veći od ukupnih troškova "ozbiljne nesreće". Autori troškove "teške nesreće" uspoređuju s troškovima sudjelovanja u regionalnom ratu te napominju da bi ozbiljne posljedice takvog događaja osjetile ne samo u Francuskoj nego u čitavoj Zapadnoj Europi.

Tablica 6.13.-16 – Troškovi i gubici za Francusku u slučaju nesreće u jednoj od nuklearnih elektrana

Vrsta troška / gubitka	Troškovi / gubici iskazani u milijardama eura	
	Ozbiljna nesreća	Teška nesreća
On-site troškovi (dekontaminacija, dekomisija i nadomještanje izgubljenih proizvodnih kapaciteta)	6	8
Off-site radiološki troškovi (provedba mjera zaštite, kratkoročno i dugoročno liječenje ozračenih osoba, gubitak radnih sati, gubici u poljoprivredi)	9	53
Kontaminirana područja (zbrinjavanje preseljenih osoba, pad vrijednosti nekretnina)	11	110
Troškovi zbog stvaranja loše slike (smanjenje izvoza poljoprivrednih i drugih proizvoda, utjecaji na turizam)	44	166
Troškovi vezani uz proizvodnju električne energije (pooštravanje sigurnosnih zahtjeva za nuklearne elektrane, smanjivanje radnog vijeka i sl.)	47	90
Ukupno	**120**	**430**

Irska studija gubitaka i troškova u nuklearnoj nesreći

Irska studija nosi naziv "The Potential Economic Impact of a Nuclear Accident - An Irish Case Study", a izradio ju je Institut za ekonomska i socijalna istraživanja (Economic and Social Institute) za Ured za okoliš, društvenu zajednicu i lokalnu upravu (Department of the Environment, Community and Local Government) [23]. U studiji se polazi od tvrdnje da posljedice nuklearne nesreće (uključujući i ekonomske posljedice) mogu biti znatne te da ih je važno procijeniti iz barem tri razloga: (1) kako bi se stvorila podloga za odlučivanje o pristupanju međunarodnim ugovorima i konvencijama koji se bave nuklearnim nesrećama, sanacijama štete i odgovornostima, (2) kako bi se lakše zauzeli stavovi pri donošenju nacionalnih propisa i legislative Europske unije te (3) kako bi se usmjerilo daljnji razvoj sustava pripravnosti i odgovora na nuklearnu nesreću.

U Irskoj nema nuklearnih postrojenja. Stoga se u studiji razmatra četiri neželjena scenarija u kojima dolazi do nuklearne nesreće u najbližem susjedstvu. Prema prvom scenariju u Irskoj uopće ne dolazi do radiološke kontaminacije. Neovisno o tome, pojavljuju se nezanemarivi troškovi i gubici, i to zbog stvaranja loše slike, odnosno gubitka reputacije. U drugom scenariju dolazi do kontaminacije okoliša niske razine, pa je nužno poduzeti određene mjere u trajanju od nekoliko dana ponajprije kako bi se stanovništvo uvjerilo da nema opasnosti za zdravlje. Ukupni troškovi i gubici su oko četiri puta veći nego u prvom scenariju.

Treći scenarij je vrlo sličan "najvjerojatnijem događaju". U njemu u Irskoj dolazi do umjerene razine radiološke kontaminacije te je nužno poduzeti i mjesecima provoditi mjere zaštite. Utjecaji na ljudsko zdravlje su zanemarivi, ali su štete u poljoprivredi, izvozu i turizmu velike. Četvrti scenarij uzrokuje visoku razinu kontaminacije, pa je neophodan niz mjera koje će se provoditi više godina. Štetni utjecaji će se manifestirati nekoliko desetaka godina, a troškovi i gubici su izuzetno visoki.

Troškovi i gubici za sva četiri razmatrana scenarija sumirani su u tablici 6.13.-17. Autori napominju da u studiji nisu uzete u obzir sve vrste troškova i gubitaka već samo one za koje se smatralo da su dominantne. Iz toga proizlazi da procijenjene iznose treba smatrati donjom granicom stvarnih troškova, odnosno gubitaka.

Tablica 6.13.-17. – Troškovi i gubici za Irsku u slučaju nuklearne nesreće u susjedstvu

Vrsta troška / gubitka	**Troškovi/gubici iskazani u milijardama eura**			
	Scenarij 1	**Scenarij 2**	**Scenarij 3**	**Scenarij 4**
Izravni troškovi i gubici u poljoprivredi, prehrambenoj industriji i turizmu (uklj. i troškove zbog gubitka reputacije)	4,1	14,9	57,0	116,8
Neizravni troškovi (ostatak gospodarstva)	0,3	3,5	22,6	44,4
Ukupno	**4,4**	**18,4**	**79,6**	**161,2**

3.13.3.2. *Nepouzdanost*

Nesreće u nuklearnim elektranama pri kojima dolazi do oštećenja jezgre i do značajnih ispusta radioaktivnih tvari u okoliš su izuzetno rijetki događaji. Do sada su zabilježena samo dva takva slučaja, i to u Černobilu 1986. godine i u Fukushimi 2013. godine. Stoga je jasno da ne postoji iscrpna baza statističkih podataka koja bi mogla poslužiti kao osnova za procjenu rizika od nuklearne nesreće, kao i da su iskustva ograničena. Dodatno, zbog brojnih razlika (izvedba postrojenja, meteorološke prilike, gustoća naseljenosti, način korištenja prostora i dr.) iskustva iz navedenih nesreća su samo dijelom od koristi prilikom izrade procjene rizika od nesreća u NE Krško.

Zbog svega navedenog, ova procjena rizika je temeljena na modeliranju, a ne na statistici. U procjenjivanju rizika modeliranjem pojavljuju se sljedeći glavni izvori nepouzdanosti (neodređenosti) rezultata:

- nepouzdanost ulaznih parametara (uzrokovana stohastičkim varijabilnostima ili nedostatkom znanja),
- nepouzdanost primijenjenog konceptualnog modela (uzrokovana nedostatkom znanja ili nužnim pojednostavljenjima) i
- nepouzdanost zbog nekompletnosti procjene.

Razina nepouzdanosti rezultata procjene je nesumnjivo "visoka". Kako bi se to naglasilo, rezultati su iskazani okvirno (nekoliko desetaka ljudi, nekoliko stotina kvadratnih kilometara, više od stotinu milijardi kuna, ...). Vjeruje se da su u većini slučajeva redovi veličine dobivenih rezultata točni. To bi značilo i da su u većini slučajeva ispravno odabrane kategorije posljedica i frekvencija u tablicama i matricama. Vjeruje se i da procjena s ovako visokom razinom nepouzdanosti može biti od koristi u procesu upravljanja rizicima.

Tablica 6.13.-16. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	**X**		

3.13.4. POPIS LITERATURE

[1] IAEA PRIS Home Page, dostupno na: https://www.iaea.org/pris/ (provjereno 30. lipnja 2018.)

[2] Raju, S., Estimating the Frequency of Nuclear Accidents, Tata Institute of Fundamental Research, Bengaluru, 2016.

[3] Feretić, D., Čavlina, N., Debrecin, N., Nuklearne elektrane, Školska knjiga, Zagreb, 1995.

[4] Ocjena ugroženosti od nuklearne nesreće u NE Krško i NE Pakš, ENCONET, 1999.

[5] Procjena rizika od velikih nesreća u nuklearnim elektranama, ENCONET, 2001.

[6] Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP Public Protective Actions, IAEA, 2013.

[7] Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, General Safety Requirements Part 7, IAEA, 2015.

[8] Odluka o određivanju područja/zona primjene hitnih mjera zaštite i spašavanja te perimetara ugroženosti, Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost, 2016.

[9] Three Mile Islan Accdent, World Nuclear Association, dostupno na: http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/three-mile-island-accident.aspx (provjereno 30. lipnja 2018.)

[10] Backgrounder on the Three Mile Island Accident, U.S. Nuclear Regulatory Commission, dostupno na: https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/3mile-isle.html (provjereno 30. lipnja 2018.)

[11] Chernobyl accident 1986, World Nuclear Association, dostupno na: http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/chernobyl-accident.aspx (provjereno 30. lipnja 2018.)

[12] Backgrounder on Chernobyl Nuclear Power Plant Accident, U.S. Nuclear Regulatory Commission, dostupno na: https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/chernobyl-bg.html (provjereno 30. lipnja 2018.)

[13] Fukushima Accdent, World Nuclear Association, dostupno na: http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-accident.aspx (provjereno 30. lipnja 2018.)

[14] The Fukushima Daiichi Accident - Report by the Director General, IAEA, 2015.

[15] Methodologies for Assessing the Economic Consequences of Nuclear Reactor Accidents, OECD NEA, 2000.

[16]Development and Application of Level 1 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-3, IAEA, 2010.

[17]Development and Application of Level 2 Probabilistic Safety Assessment for Nuclear Power Plants, Specific Safety Guide SSG-4, IAEA, 2010.

[18]Generic Assessment Procedures for Determining Protective Actions During a Reactor Accident, TECDOC-955, IAEA, 1997.

[19]McKenna, T., J., Gutter, J., Source Term Estimation During Incident Response to Severe Nuclear Power Plant Accidents, NUREG-1228, U.S. Nuclear Regulatory Commission, 1988.

[20]Raskob, W., RODOS: Preparedness and Response fo Nuclear and Radiological Emergencies, KIT, 2010.

[21]Pascucci-Cahen, L., Patrick, M., The cost of Nuclear Accidents, dostupno na: https://www.oecd-nea.org/ndd/workshops/aecna/presentations/documents/ PatrickMomal-Costestimationmethodology.pdf (provjereno 30. lipnja 2018.)

[22]Pascucci-Cahen, L., Patrick, M., Massive Radiological Releases Profoundly Differ from Controlled Releases, EUROSAFE Forum, Brussels, 2012.

[23]Curtis, J., Morgenroth E., Coyne, B., ThePotential Economic Impact od a Nuclear Accident - An Irish Case Study, Economic and Social Research Institute of Ireland, 2016.

[24]Bečka konvencija o građanskoj odgovornosti za nuklearnu štetu, NN MU 12/93, tekst u NN MU 1/2006

[25]Konvencija o ranom izvješćivanju o nuklearnoj nesreći, NN MU br. 12/93 i tekst u NN, MU 1/06

[26]Konvencija o pomoći u slučaju nuklearne nesreće ili radiološke opasnosti, NN MU 12/93, tekst u NN MU 1/2006

[27]Konvencija o nuklearnoj sigurnosti, NN MU 13/95

[28]Zajednička konvencija o sigurnosti zbrinjavanja istrošenog goriva i sigurnosti zbrinjavanja radioaktivnog otpada, NN MU 3/99

[29]Sporazum između Republike Hrvatske i Republike Slovenije o pravodobnoj razmjeni informacija u slučaju radiološke opasnosti, NN MU 9/98 i NN MU 3/2000

[30]Sporazum između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Mađarske o pravodobnoj razmjeni informacija u slučaju radiološke opasnosti, NN MU 11/99

3.14. *Radiološke nesreće*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, za ovaj je rizik izrađena nova procjena sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.14.1. OPIS SCENARIJA

3.14.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Opasni radioaktivni izvor van regulatorne kontrole
Grupa rizika:
Tehničko-tehnološke nesreće s opasnim tvarima
Rizik:
Radiološke nesreće
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni nositelj:
Ministarstvo unutarnjih poslova
Glavni izvršitelj:
ENCONET d.o.o.

3.14.1.2. *Uvod*

U Republici Hrvatskoj se radioaktivne izvore široko primjenjuje u zdravstvu, industriji i znanstveno-istraživačkim djelatnostima [1]. Prema podacima iz očevidnika Državnog zavoda za radiološku i nuklearnu sigurnost (sada Ministarstva unutarnjih poslova), u rujnu 2017. godine u primjeni je bilo 143 izvora dovoljne aktivnosti da ugroze ljudski život i zdravlje ukoliko bi se našli izvan kontrole (misli se na izvore 1. do 4. kategorije). Nadalje, u Hrvatskoj se na pojedinim lokacijama upotrebljavaju

ili proizvode otvoreni radioaktivni izvori, koji također predstavljaju potencijalnu opasnost. Rizici od incidenata, nezgoda i nesreća s radioaktivnim izvorima nisu vezani samo uz lokacije na kojima se oni koriste, nego i na rute kojima se dovoze i odvoze. U Hrvatskoj se, naime, svake godine obavi nekoliko stotina prijevoza otvorenih ili zatvorenih radioaktivnih izvora. Konačno, opasnost predstavljaju i izvori bez posjednika koji u Hrvatsku dospijevaju nenamjerno, kao i izvori koje se prebacuje preko državne granice u sklopu nelegalnih aktivnosti.

U ovoj procjeni su radiološke nesreće reprezentirane s dva potencijalna neželjena događaja (scenarija): "najvjerojatnijim događajem" i "događajem s najgorim mogućim posljedicama". Oba događaja su vezana uz radioaktivne izvore kakve se može naći u primjeni u Hrvatskoj. "Najvjerojatniji događaj" uključuje gubitak kontrole nad radioaktivnim gromobranom, dok u "događaju s najgorim mogućim posljedicama" dolazi do gubitka kontrole nad visokoaktivnim izvorom za ozračivanje krvi i krvnih pripravaka.

U okviru procjene utvrđene su vrste i magnitude posljedica koje bi se pojavile, kao i vjerojatnosti dva razmatrana događaja. U konačnici je rizik za "najvjerojatniji događaj" procijenjen niskim, a rizik za "događaj s najgorim mogućim posljedicama" umjerenim. Nepouzdanost procjene je velika, ali rezultati neovisno o tome mogu biti od koristi u upravljanju rizicima. Važno je naglasiti da se procijenjeni rizici odnose isključivo na dva razmatrana događaja. Drugim riječima, ova procjena ne daje uvid u ukupni rizik od nesreća koje uključuju radioaktivne izvore, a još manje u sveukupni rizik od radioloških nesreća.

3.14.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Utjecaj	Sektor
X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
X	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
X	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
X	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.14.1.4. *Kontekst*

3.14.1.4.1. UTJECAJ IONIZIRAJUĆEG ZRAČENJA NA ČOVJEKA

Za razumijevanje problematike rizika od radioloških nesreća potrebno je usvojiti barem osnovne činjenice o utjecaju ionizirajućeg zračenja na čovjeka. Stoga se u nastavku, bez želje da se ulazi u mehanizme djelovanja zračenja na živu stanicu, ukratko opisuju dvije vrste učinaka zračenja na čovjeka: tzv. deterministički i stohastički učinci.

Deterministički učinci

Utvrđeno je da ozračenje ljudskog tkiva ili organa može prouzročiti promjene na stanicama ili njihovo odumiranje. Ukoliko ozračenje prouzroči odumiranje stanica u tolikoj mjeri da će funkcija tkiva/organa biti ugrožena, takve učinke nazivamo determinističkim. Oni će se pojaviti samo ukoliko je primljena doza iznad granične vrijednosti, a biti će to izraženiji (ozbiljniji) što je doza veća. Granične vrijednosti se razlikuju u ovisnosti o tkivu/organu i najčešće se kreću u rasponu od jednog do nekoliko

greja (Gy). Radi se, dakle, o visokim dozama zračenja, koje uz to moraju biti primljene u kratkom vremenskom intervalu.
Izlaganje cijelog tijela dozi od 100 Sv oštetiti će živčani sustav u tolikoj mjeri da će smrt nastupiti u idućim satima. Uz primljenu dozu od 10 do 50 Sv umire se od oštećenja gastrointestinalnog trakta, i to nakon nekoliko tjedana. Doze na cijelo tijelo niže od 10 Sv još uvijek mogu prouzročiti smrt zbog oštećenja koštane srži. Doze koje (bez specijalističkog liječenja) uzrokuju smrt u 50% slučajeva (tzv. LD_{50} doze) kreću se u rasponu od 3 do 5 Sv.
Koštana srž se ubraja u dijelove tijela koji su najosjetljiviji na ionizirajuće zračenje, a mogu joj naštetiti već doze od 0,1 do 1 Sv. Na sreću, koštana srž se od posljedica zračenja može u potpunosti oporaviti. Organi za reprodukciju su također osjetljivi. Ako testisi prime dozu od 0,1 Sv doći će do privremenog steriliteta, dok će doza od 2 Sv uzrokovati trajni sterilitet. Jajnici su nešto manje osjetljivi, pogotovo kod odraslih žena. I oči su osjetljive na zračenje. Doze iznad 2 Sv prouzročiti će zamućenje, koje će imati trajni nepovoljni utjecaj na vid. Pluća su složen i osjetljiv organ. Promjene kod krvnih žila u plućima mogu nastupiti već kod malih doza.
Većina organa je relativno otporna na ionizirajuće zračenje. Bubreg će bez oštećenja podnijeti i do 20 Sv, jetra 40 Sv, a mjehur 55 Sv primljenih kroz mjesec dana. Koža će prolazno pocrvenjeti kod oko 7 Sv, a veće doze mogu prouzročiti nekrozu.
Ako se embrio znatno ozrači tijekom prva dva tjedna, vjerojatno se neće implantirati odnosno doći će do ranog pobačaja. Ozračenje nakon prva tri tjedna, kada se počinju formirati organi, može rezultirati raznim poremećajima ili pojavom karcinoma u djetinjstvu. Ozračenje u periodu od 15. do 18. tjedna, kada se formira mozak, može uzrokovati mentalnu retardiranost ili smanjiti inteligenciju. Kao i kod ostalih determinističkih učinaka, ozbiljnost posljedica biti će proporcionalna primljenoj dozi.

Na slici 6.12.-1. je prikazana teška radijacijska ozljeda u dvije faze razvoja. Ozljeda je prouzročena naslanjanjem na izvor s radionuklidom Sr-90 aktivnosti 1.295 TBq u trajanju od 63 minute. Efektivna doza primljena na cijelo tijelo iznosila je oko 4 Sv, a apsorbirana doza na leđa je dosezala 34 Gy. Ozračena osoba je unatoč liječenju umrla 893 dana nakon ozračenja od septičkog šoka.

Slika 6.12.-1. – Radijacijska ozljeda 75 dana (lijevo) i 193 dana (desno) nakon ozračenja

Stohastički učinci

Ozračenje osim odumiranja može uzrokovati promjene na stanicama nakon kojih će one zadržati sposobnost dijeljenja. Izmijenjena stanica nakon latentnog perioda može postati karcinomska (ukoliko je tjelesna) ili prouzročiti nasljedne promjene (ukoliko je spolna). Takvi učinci ozračenja se nazivaju stohastičkim. Vjerojatnost pojave stohastičkih učinaka je proporcionalna primljenoj dozi ionizirajućeg zračenja, dok je njihova ozbiljnost neovisna o dozi. Postojanje granične vrijednosti (donjeg praga) za pojavu stohastičkih učinaka nije dokazano. Za razliku od determinističkih učinaka koji će se pokazati već nakon nekoliko sati ili dana, stohastički učinci mogu biti prikriveni godinama. Nasljedne promjene će se pokazati tek u sljedećoj generaciji.

3.14.1.4.2. OPĆENITO O RADIOAKTIVNIM IZVORIMA

Radioaktivni izvori se danas koriste u različite svrhe u industriji, medicini, znanstvenom istraživanju, edukaciji, javnoj sferi te za vojne potrebe [2]. Prema izvedbi, oni mogu biti zatvoreni i otvoreni. Zatvoreni radioaktivni izvor je izveden u nepropusnoj ovojnici od neradioaktivne tvari, tako da radioaktivna tvar ne može doći u dodir s okolišem. Izvore koji se ne ubrajaju u zatvorene nazivamo otvorenima, a oni mogu biti u krutom, tekućem ili plinovitom stanju. Ako nisu oštećeni, zatvoreni izvori predstavljaju rizik samo sa aspekta vanjskog ozračenja. No, zatvoreni izvori koji ispuštaju radioaktivni materijal, kao i otvoreni radioaktivni izvori, mogu uzrokovati kontaminaciju okoliša i unos radioaktivnosti u organizam udisanjem, gutanjem ili kroz kožu.

Sve do 50-tih godina 20. stoljeća u upotrebi su bili isključivo radionuklidi prirodnog podrijetla (u najvećoj mjeri Ra-226). U novije vrijeme postaju dostupni radionuklidi proizvedeni u nuklearnim postrojenjima i akceleratorima, uključujući Co-60, Sr-90, Cs-137, Ir-192 i dr. Danas se kao radioaktivni izvor upotrebljava nekoliko desetaka radionuklida, a aktivnost izvora može varirati u rasponu od čak 12 redova veličine (od 105 do 1017 Bq). Ipak, aktivnost najvećeg broja izvora je niža od 5 GBq. Vremena poluraspada tipičnih radionuklida koji su u primjeni kreću se u rasponu od 74 dana (Ir-192) do 1.600 godina (Ra-226). Nekim rjeđe korištenim radionuklidima, kao što je I-129, vremena poluraspada se broje u milijunima godina. No, takvi se dugoživući radionuklidi koriste uglavnom kao kalibracijski izvori vrlo niskih aktivnosti.

Bolnice i druge medicinske ustanove ubrajaju se među najveće korisnike radioaktivnih izvora. U tim se ustanovama izvori ponajprije koriste za potrebe primjene teleterapije i brahiterapije. Sve do 50-tih godina 20. stoljeća radioaktivne izvore se proizvodilo u najvećoj mjeri upravo za potrebe brahiterapije (izvori sa Ra-226). Do danas su gotovo svi takvi izvori zamijenjeni onima s radionuklidima Co-60, Cs-137 i Ir-192. Za potrebe teleterapije primjenjuje se Co-60, te u mnogo manjoj mjeri Cs-137. Upravo su kobaltski i cezijski teleterapijski izvori među najsnažnijim izvorima u općoj upotrebi.

U istraživanju i edukaciji se koriste radioaktivni izvori s vrlo širokim spektrom radionuklida. Izvor se često nabavlja za specifičnu primjenu unutar istraživačkog projekta, te se po njegovom završetku više ne koristi. Kao primjer može se navesti da se tijekom 60-tih godina u znanstvenim istraživanjima

često koristilo izvore s radionuklidom Co-60. Za potrebe mjerenja vlage u istraživanjima na području poljoprivrede koriste se izvori sa Cs-137, te neutronski izvori s kombinacijom Am-241/Be.

Na području industrijske radiografije, npr. nedestruktivnog kontroliranja kvalitete pri varenju cijevi, tipično se koristi Ir-192. U iste svrhe koriste se u manjoj mjeri i izvori sa radionuklidima Co-60 i Cs-137. U rudarstvu i na području pridobivanja nafte i plina koriste se snažni neutronski i gama izvori s kombinacijama Pu-238/Be, Am-241/Be i Ra-226/Be. Aktivnosti americijskih izvora korištenih u bušotinama najčešće se kreću u rasponu od 1 do 800 GBq. Tipični radioaktivni izvori na području industrije su oni korišteni u svrhu mjerenja razine i debljine, te u kontroli proizvodnih procesa. Ukoliko se takvi izvori ne uklone na kraju životnog vijeka postrojenja, često završavaju na deponijima otpadnog metala.

Uređaji za ozračivanje, koji se koriste za potrebe sterilizacije u medicini te za obradu prehrambenih proizvoda, sadrže radionuklide Co-60 i Cs-137. Iako skromnih dimenzija, izvori u takvim uređajima su visoko radioaktivni. Aktivnost pojedinačnog kobaltskog izvora se može kretati i do 500 TBq, a zbroj aktivnosti svih izvora u uređaju može iznositi i do nekoliko stotina PBq. Aktivnosti uređaja za ozračivanje koji koriste Cs-137 mogu dosegnuti i do 8 PBq.

Radioizotopski termoelektrični generatori (RTG) su uređaji koji koriste toplinu dobivenu radioaktivnim raspadom u svrhu proizvodnje električne energije. Takvi uređaji nemaju pokretnih dijelova i mogu autonomno raditi desetljećima. Koriste se kao izvor energije u slučajevima gdje su drugačija rješenja preskupa ili nepraktična. Najveći broj RTG-a za zemaljsku uporabu sadrži radionuklid Sr-90. Aktivnost RTG-a tipično iznosi oko 2 PBq, ali može dosegnuti i do 25 PBq.

Tablica 6.12.-1. daje sumarni pregled radioaktivnih izvora iz opće upotrebe prema kategorijama i tipičnim područjima primjene. Kategorija radioaktivnog izvora upućuje na razinu potencijalne opasnosti vezane uz transport, primjenu i skladištenje. Određuje se prema omjeru aktivnosti izvora i tzv. D vrijednosti. Generalno, izvori sa aktivnosti većom od D vrijednosti mogu izazvati ozbiljne determinističke učinke, pa se takvi izvori nazivaju “opasnima” [3].

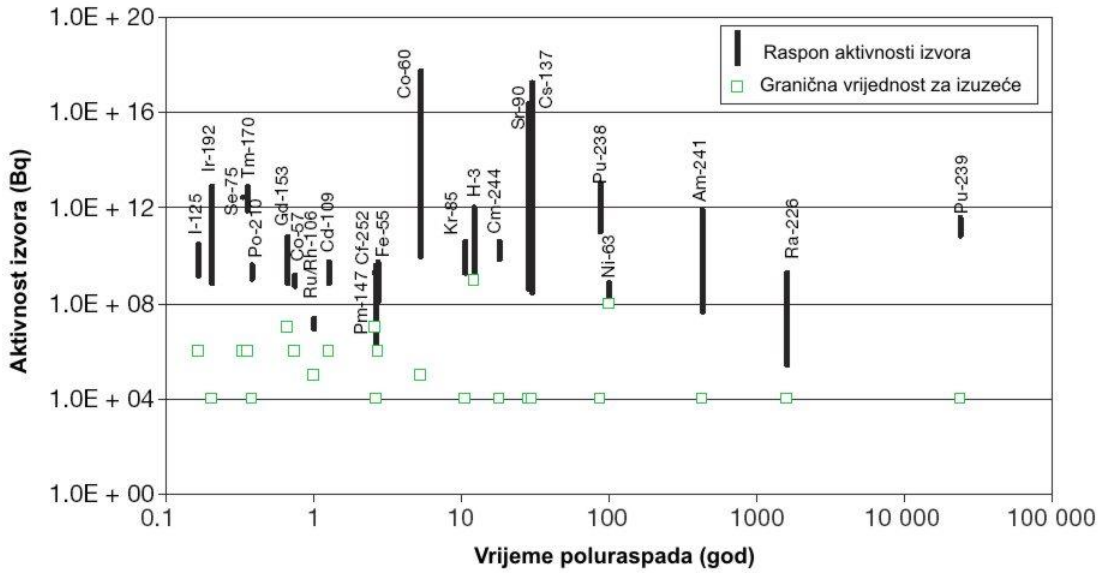
Tablica 6.12.-1. – Kategorije i tipična područja primjene radioaktivnih izvora

Kategorija	Područje primijene	Odnos A/D
1	1. Radioizotopski termoelektrički generatori (RTG) 2. Uređaji za ozračivanje u industriji 3. Teleterapija 4. Fiksna višezračna teleterapija (gama nož)	A/D>1.000
2	1. Industrijska gama radiografija 2. Brahiterapija s visokim i srednjim dozama	1.000>A/D>10
3	1. Fiksni industrijski mjerači (jači izvori) 2. Mjerači u bušotinama	10>A/D>1
4	1. Brahiterapija s niskim dozama 2. Fiksni industrijski mjerači (slabiji izvori) 3. Prijenosni mjerači 4. Mjerači gustoće kostiju 5. Eliminatori statičkog naboja	1>A/D>0,01
5	1. Brahiterapijski tretman oka i permanentni implantati 2. Uređaji sa uhvatom elektrona (ECD) 3. Mossbauerova spektroskopija 4. PET (Positron Emission Tomography) pretrage	0,01>A/D>Izuzeće/D

Tablica 6.12.-2 sadrži podatke o radioaktivnosti izvora za tipične radionuklide iz opće upotrebe. Za svaki radionuklid naveden je uobičajeni raspon aktivnosti, kao i granična aktivnost za izuzeće iz administrativnog nadzora. Podaci o rasponima aktivnosti su preuzeti iz publikacije Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA) [4], dok su aktivnosti za izuzeće propisane Pravilnikom o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja [5]. Može se uočiti da rasponi aktivnosti za pojedine radionuklide iznose i do 8 redova veličine. Izvori s najvećim aktivnostima su oni koji se koriste u industrijskom ozračivanju i za RTG uređaje, a koji sadrže radionuklide Co-60, Sr-90 i Cs-137. Podaci iz tablice 6.12.-2. dani su u drugačijoj formi na slici 6.12.-2.

Tablica 6.12.-2. – Karakteristične aktivnosti izvora za tipične radionuklide u općoj upotrebi

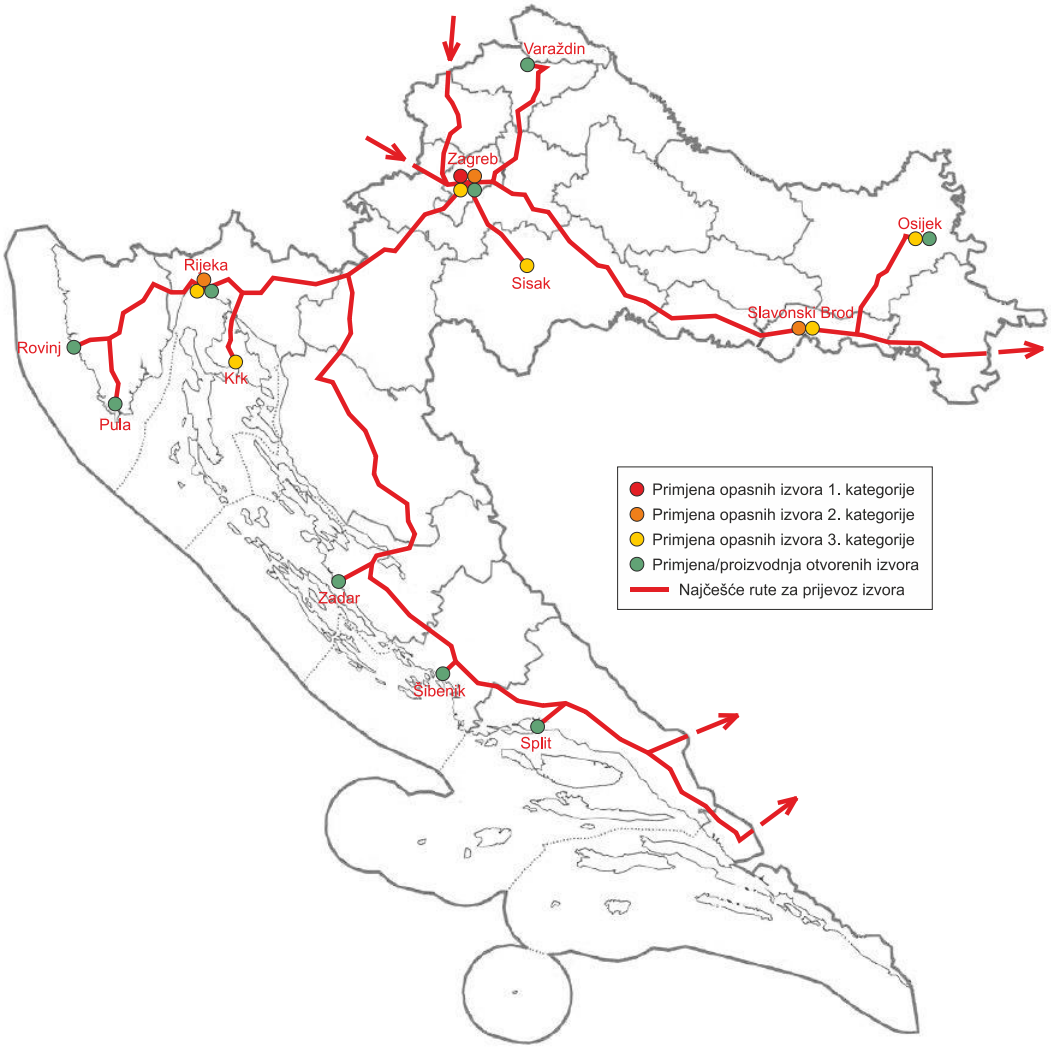
Radionuklid	Granična aktivnost za izuzeće (Bq)	Minimalna aktivnost (Bq)	Maksimalna aktivnost (Bq)
I-125	1E+06	1.5E+09	3.0E+10
Ir-192	1E+04	7.4E+08	7.4E+12
Se-75	1E+06	3.0E+12	3.0E+12
Tm-170	1E+06	7.4E+11	7.4E+12
Po-210	1E+04	1.1E+09	4.1E+09
Gd-153	1E+07	7.4E+08	5.6E+10
Co-57	1E+06	5.6E+08	1.5E+09
Ru-106/Rh-106	1E+05	8.1E+06	2.2E+07
Cd-109	1E+06	7.4E+08	5.6E+09
Pm-147	1E+07	1.9E+09	1.9E+09
Cf-252	1E+04	1.1E+06	4.1E+09
Fe-55	1E+06	1.1E+08	5.0E+09
Co-60	1E+05	9.3E+09	5.6E+17
Kr-85	1E+04	1.9E+09	3.7E+10
H-3	1E+09	1.9E+09	1.1E+12
Cm-244	1E+04	7.4E+09	3.7E+10
Sr-90	1E+04	3.7E+08	2.5E+16
Cs-137	1E+04	3.0E+08	1.9E+17
Pu-238	1E+04	1.1E+11	1.0E+13
Ni-63	1E+08	1.9E+08	7.4E+08
Am-241	1E+04	4.8E+07	8.5E+11
Ra2-26	1E+04	2.6E+05	1.9E+09
Pu-239/Be	1E+04	7.4E+10	3.7E+11



Slika 6.12.-2. – Karakteristične aktivnosti izvora za tipične radionuklide u općoj upotrebi

3.14.1.4.3. RADIOAKTIVNI IZVORI U REPUBLICI HRVATSKOJ

U Republici Hrvatskoj se radioaktivni izvori koriste u zdravstvu, industriji, znanstveno-istraživačkim djelatnostima i u javnoj sferi. Prema podacima iz očevidnika koji vodi Ministarstvo unutarnjih poslova, u Hrvatskoj je u rujnu 2017. godine bilo evidentirano 35 pravnih ili fizičkih osoba koje upotrebljavaju zatvorene radioaktivne izvore prve do četvrte kategorije [1]. U njihovom posjedu nalazilo se ukupno 143 izvora, od čega 3 prve kategorije, 13 druge kategorije, 28 treće kategorije i 99 četvrte kategorije (slika 6.12.-3). Nadalje, u Hrvatskoj se na dvadesetak lokacija upotrebljavaju ili proizvode otvoreni radioaktivni izvori, i to u sklopu zdravstvenih i znanstveno-istraživačkih djelatnosti.



Slika 6.12.-3 - Lokacije s radioaktivnim izvorima i rute za prijevoz izvora

U Hrvatskoj trenutno djeluje samo jedan proizvođač radioaktivnih izvora (i to otvorenih), pa izvori koji su u primjeni u najvećoj mjeri pristižu iz drugih zemalja. Najfrekventniji granični prijelazi za ulaz su Macelj i Bregana za cestovni prijevoz te Zračna luka Franjo Tuđman za avioprijevoz. Uz prijevoz radioaktivnih izvora od graničnih prijelaza do lokacija uporabe, preko hrvatskog teritorija se obavlja i provoz izvora za primjenu u Srbiji i Bosni i Hercegovini (primjer su bolnice u Mostaru, Sarajevu, Zenici i Tuzli te istraživački centar u Vinči). Uobičajene izlazne točke su granični prijelazi Vinjani Donji, Metković i Bajakovo (slika 6.12.-3.). Naposljetku, hrvatskim teritorijem se povremeno prevoze i uređaji za industrijsku radiografiju, koji najčešće sadrže radioaktivne izvore druge kategorije. Kada se sve navedeno zbroji, u Hrvatskoj se svake godine obavi nekoliko stotina prijevoza otvorenih ili zatvorenih radioaktivnih izvora.

3.14.1.4.4. IZVANREDNI DOGAĐAJI S RADIOAKTIVNIM IZVOROM

Ukoliko se nad radioaktivnim izvorom izgubi kontrolu, vrlo je izvjesno da će doći do radiološkog incidenta, nezgode ili nesreće. Kontrolu nad izvorom se najčešće gubi zbog pogreške ili nemara korisnika, kvara uređaja u koji je izvor ugrađen, krađe izvora te u slučaju prometne nesreće prilikom prijevoza izvora. Primjer gubitka kontrole kakav se ne pojavljuje često je pad satelita s radioaktivnim izvorom [2][6].

Izvori nad kojima je izgubljena kontrola mogu se kroz neko vrijeme pojaviti kao izvori bez posjednika (orphan sources). Pronalazak izvora bez posjednika također predstavlja radiološki incident, nezgodu ili nesreću. U nastavku se daju osnovni podaci o izvanrednim događajima vezanim uz primjenu i prijevoz izvora, gubitak ili krađu izvora, te uz pronalazak izvora bez posjednika.

Izvanredni događaj u primjeni izvora

Izvanredni događaji u industriji ili radioterapiji u najvećem su broju slučajeva rezultat zaglavljivanja radioaktivnog izvora u radnom položaju, dok su u znanstveno-istraživačkim ustanovama posljedica raspršivanja ili razlijevanja radioaktivnog materijala. Takvi događaji mogu prouzročiti izravno ozračenje te kontaminaciju osoba, prostora ili opreme. Zahvaćeno područje će najčešće biti ograničeno, no postoji mogućnost neželjenog širenja kontaminacije. Ozbiljnost posljedica će ovisiti o karakteristikama radioaktivnog izvora i o nizu drugih okolnosti, a može se kretati u rasponu od zanemarivog ozračenja do višestrukih gubitaka života.

Izvanredni događaj u prijevozu izvora

Nesreće u prijevozu se događaju, pa tako i one koje uključuju radioaktivne izvore. Prijevoz izvora podliježe strogim odredbama postavljenim u cilju osiguranja odgovarajuće zaštite, a što je izvor potencijalno opasniji zahtijeva se viša razina mjera radiološke sigurnosti. Zbog toga najveći broj nesreća ne dovodi do ozbiljnijih posljedica. No, ukoliko u prometnoj nesreći dođe do značajnijeg ispuštanja radioaktivnog materijala ili do oštećenja ovojnice zatvorenog radioaktivnog izvora, potrebno je poduzeti odgovarajuće mjere zaštite.

Gubitak ili krađa izvora

U Republici Hrvatskoj još nije prijavljen gubitak ili krađa radioaktivnog izvora, no u svijetu se svake godine bilježi znatan broj takvih slučajeva. Bilježe se i stradavanja osoba koje su ne znajući došle u kontakt s izgubljenim ili ukradenim izvorom.

Dođe li do gubitka ili krađe radioaktivnog izvora, rizik za stanovništvo će ovisiti o njegovim karakteristikama, među ostalim o aktivnosti. Smisleno je poći od pretpostavke da će izvor doći u ruke osoba koje nisu svjesne opasnosti i koje svojim postupanjem mogu dovesti do oštećenja ovojnice i širenja kontaminacije. Rukovanje s izvorima koji su izvan spremnika može rezultirati trajnim ozljedama od izravnog zračenja, udisanja ili unosa radioaktivnosti u tijelo gutanjem. Već i kratkotrajni

boravak u neposrednoj blizini izvora s aktivnosti koja je 10 do 100 puta veća od "opasne" (vidi poglavlje 6.13.1.4.1.) može izravno ugroziti život.

Pronalazak izvora bez posjednika

Pronalazak radioaktivnog izvora bez posjednika nesumnjivo predstavlja potencijalnu opasnost. Razina opasnosti ponajprije ovisi o kategoriji izvora te, ukoliko se radi o zatvorenom radioaktivnom izvoru, o stanju ovojnice. Najveći potencijal za izazivanje ozbiljnih posljedica imaju visokoaktivni izvori s oštećenom ovojnicom. Rukovanje s izvorima poput onih koji se koriste za ozračivanje krvnih pripravaka, hrane i sl. ili za radioterapiju može rezultirati smrtonosnim dozama primljenim već unutar nekoliko minuta.

Nerijetko se zbog neodgovarajućeg nadzora radioaktivni izvor nađe u otpadnom metalu. Ukoliko se prisutnost izvora ne detektira na vrijeme, može doći do kontaminacije proizvoda od metala i do njihovog stavljanja na tržište. Problem se često otkrije slučajno, detekcijom kontaminacije ljudi, vozila, paketa ili proizvoda ili dijagnosticiranjem radijacijskih ozljeda od strane liječnika. Uzrok kontaminacije ponekad ostaje nepoznat.

Izvori bez posjednika se povremeno pronalaze i u Republici Hrvatskoj, a također se s vremena na vrijeme detektira povišena razina zračenja i/ili kontaminacija. Do sada nisu zabilježena ozbiljna prekomjerna ozračenja, a nije bilo niti potrebe za poduzimanjem opsežnijih mjera za zaštitu stanovništva.

3.14.1.4.5. ODGOVOR NA IZVANREDNI DOGAĐAJ S RADIOAKTIVNIM IZVOROM

Odgovor na radiološki izvanredni događaj, pa i na događaj s radioaktivnim izvorom, podrazumijeva poduzimanje mjera za ublažavanje posljedica na ljudski život i zdravlje, okoliš i imovinu te stvaranje preduvjeta za nastavak normalnih socijalnih i ekonomskih aktivnosti [7]. Glavni ciljevi odgovora su sljedeći:

- poduzeti aktivnosti spašavanja života bez odgađanja zbog prisutnosti ionizirajućeg zračenja,
- spriječiti determinističke učinke zračenja brzom evakuacijom sigurnosnog pojasa,
- izbjeći ili smanjiti stohastičke učinke zračenja sprječavanjem unosa radioaktivnosti gutanjem, sprječavanjem širenja kontaminacije i provedbom dekontaminacije, a ukoliko je došlo ili bi moglo doći do ispuštanja radioaktivnog materijala u atmosferu i zaklanjanjem stanovništva te prekidom konzumacije lokalno proizvedene hrane, vode i kišnice,
- spriječiti ili umanjiti psihološke, ekonomske i sociološke učinke (1) razumljivim informiranjem javnosti u slučajevima kada nema opasnosti niti potrebe za poduzimanjem mjera zaštite, (2) odgovarajućim pojašnjenjem rizika za ljudsko zdravlje, (3) brzim odgovaranjem na postavljena pitanja i
- osigurati da doze za sudionike u odgovoru ne premaše postavljena ograničenja.

Izvanredni događaji s radioaktivnim izvorom se razlikuju (vidi prethodno poglavlje) pa se razlikuje i opseg i tijek odgovora. Kao primjer, opisati će se odgovor u slučaju teške nesreće u prijevozu izvora. Dođe li do takve nesreće, vozač će odmah pokrenuti akciju spašavanja života i pružanja prve pomoći, i to bez obzira na prisutnost radioaktivnog izvora. Zatim će izolirati mjesto nesreće i obavijestiti Centar 112, kao i osobu u svojoj tvrtci odgovornu za zaštitu od ionizirajućeg zračenja (dalje: odgovornu osobu). Centar 112 će prenijeti obavijest dežurnom inspektoru za radiološku i nuklearnu sigurnost MUP-a. Odgovorna osoba će obavijestiti ovlašteni stručni tehnički servis s kojim je ugovoreno pružanje stručne potpore u slučaju izvanrednog događaja [6].

Unutar 30 minuta na mjesto nesreće će stići žurne službe. Najviše rangirani pripadnik policije ili vatrogasaca preuzeti će ulogu koordinatora na lokaciji. Dežurni inspektor za radiološku i nuklearnu sigurnost MUP-a će posredstvom Centra 112 koordinatoru dati podatke o radijusu sigurnosnog pojasa te će uspostaviti komunikaciju s lokalnim vlastima. Policija će onemogućiti pristup svim osobama koje nisu uključene u odgovor na izvanredni događaj, te će po potrebi preusmjeravati/regulirati promet. Vatrogasci će sprječavati daljnje širenje kontaminacije. Hitna medicinska pomoć će zbrinuti ozlijeđene osobe i prevesti ih u najbližu zdravstvenu ustanovu. Ukoliko postoji sumnja da je netko od ozlijeđenih kontaminiran, poduzeti će se mjere za sprječavanje širenja kontaminacije. Djelatnike zdravstvene ustanove u koju se prevozi ozlijeđene osobe obavijestiti će se o situaciji i rizicima [6].

Unutar jednog do nekoliko sati (ovisno o lokaciji) dežurni inspektor za radiološku i nuklearnu sigurnost MUP-a i ovlašteni stručni tehnički servis stići će na mjesto događaja. Tehnički servis će započeti s radiološkim mjerenjima, što će uključivati i utvrđivanje kontaminacije. Nadalje, pregledati će se pakovanje, a radioaktivni izvor će se potrebi smjestiti u odgovarajući spremnik. Po aktiviranju stožera zaštite i spašavanja, jedinica lokalne ili područne (regionalne) samouprave će preuzeti upravljanje odgovorom na izvanredni događaj te će provoditi informiranje javnosti uz potporu prijevoznika i Ministarstva unutarnjih poslova. Čim se steknu uvjeti, prijevoznik će pristupiti sanaciji. U sanaciju će se prema potrebi uključiti ovlaštene stručne tehničke servise i/ili stručnjake za zaštitu od ionizirajućeg zračenja. Radioaktivni otpad nastao u izvanrednom događaju zbrinuti će se sukladno važećim propisima. Ukoliko se tijekom izvanrednog događaja ukaže potreba, uputiti će se zahtjev za međunarodnom pomoći [6].

3.14.1.4.6. PRIMJERI ZABILJEŽENIH RADIOLOŠKIH NESREĆA

Incidenti, nezgode i nesreće koji uključuju radioaktivne izvore događaju se u svijetu na dnevnoj bazi. Najveći broj čine incidenti i nezgode bez ozbiljnijih posljedica. Takvi događaji ne privlače pažnju šire javnosti, pa ostaju evidentirani samo u bazama nadležnih institucija. U svijetu se, međutim, svake godine uz incidente i nezgode bilježi i određeni broj nesreća s ozbiljnim posljedicama. Primjeri incidenata, nezgoda i nesreća evidentiranih tijekom posljednjih 10 godina od strane IAEA su [8][9][10][11][12]:

- **Japan, travanj 2008.** – Ukraden je uređaj za industrijsku radiografiju s izvorom koji sadrži Ir-192 aktivnosti 370 GBq. Nađen je na dnu obližnje rijeke, izvađen iz zaštitne ovojnice.

Maksimalna doza koju su primili članovi intervencijskog tima iznosila je 0,5 mSv. Procijenjena doza koju je moglo primiti stanovništvo duž obala rijeke bila je daleko niža od najvišeg dopuštenog iznosa za stanovništvo. Podaci o dozi za osobu koja je otuđila izvor nisu dostupni.

- **Francuska, srpanj 2008.** – u postrojenju za pročišćavanje i obogaćivanje urana, radioaktivni otpad se izlio iz retencijskog spremnika i prouzročio kontaminaciju okoliša, uključujući i obližnju rijeku.
- **Južna Koreja, studeni 2008.** – Dva radnika u primila doze od približno 51 mSv i 62 mSv jer su spajali otkačenu daljinsku upravljačku jedinicu na Ir-192 izvor aktivnosti 1,8 TBq bez odgovarajuće opreme (hvataljke). Nisu koristili ni prijenosni uređaj za mjerenje brzine doze zračenja, a dozimetar s direktnim očitanjem i s mogućnošću zvučnog upozorenja nije bio ispravan.
- **Poljska, svibanj 2009.** – Tijekom posjeta postrojenju za proizvodnju radioaktivnih izvora, među ostalim i izvora s I-131 za uporabu u medicini, jedan od posjetitelja (strani državljanin) je kontaminiran. Na izlazu iz zone pod nadzorom otkrivena je kontaminacija njegove zaštitne odjeće i ruku te je provedena dekontaminacija. Četiri dana kasnije, prilikom odlaska iz Poljske, na aerodromu je pregledana prtljaga navedene osobe i detektirana povišena aktivnost (3 - 4 puta pozadinsko zračenje). Utvrđeno je da prilikom posjeta postrojenju kontaminirana i bilježnica koju je osoba imala sa sobom. Radioaktivno onečišćenje se kasnije prenijelo s bilježnice na odjeću i druge osobne stvari. Primljena doza procijenjena je na 1,2 mSv.
- **Pakistan, svibanj 2009.** – Nakon završetka obavljanja industrijske radiografije, prilikom pregleda je li je izvor Ir-192 aktivnosti 2,22 TBq u uređaju, izvor je ispao kroz vodilicu i pao na zemlju. Radnik ga je rukom podigao i vratio na mjesto. Nakon tri dana na obje ruke mu se pojavio eritem, koji se nakon dva tjedna pretvorio u otvorene rane. Procijenjena doza primljena na rukama bila je 25-30 Sv. Radnik nije slijedio propisane procedure jer nije koristio hvataljke, a nije ni uključio dozimetar s mogućnošću direktnog očitanja.
- **Peru, lipanj 2009.** – Kamion koji je prevozio uređaj za industrijsku radiografiju sa Ir-192 aktivnosti 4,3 TBq udario je u betonski stup i sklizao po cesti. Vozač je bio ozbiljnije ozlijeđen, a kamion teško oštećen. Obavljen je očevid i mjerenja su pokazala da uređaj nije oštećen i da nema povišene razine zračenja.
- **Italija, lipanj 2009.** - Detektirana je kontaminacija drvenih peleta sa Cs-137. Koncentracija se kretala od 300 Bq/kg u peletima do nekoliko tisuća Bq/kg u pepelu nakon izgaranja. Istraga je pokazala da su peleti podrijetlom iz Litve i da je ukupno bilo uvezeno 1.600 tona.
- **Armenija, kolovoz 2009.** – Na graničnom prijelazu između Armenije i Gruzije zaustavljeno je vozilo armenskog državljanina zbog kontaminacije sa Cs-137. Inspekcija je pregledala vozilo, kuću i radno mjesto vlasnika vozila (vlastiti auto servis). Utvrđeno je da se kontaminacija širila iz skladišta autoservisa, gdje je očitana maksimalna brzina doze od 810 μSv/h. Kontaminirano područje je ograđeno i dekontaminirano. Nije utvrđen izvor kontaminacije. Na osnovu očitane brzine doze i vremena izloženosti, primljena doza je procijenjena na 24 mSv.
- **Indija, travanj 2010.** – Regulatorno tijelo je zaprimilo dojavu iz bolnice u New Delhiju o pacijentu s ozljedama moguće izazvanim ionizirajućim zračenjem. Pacijent se bavio prikupljanjem metalnog otpada. Inspekcija je pregledala prikupljeni otpad i detektirala povišenu radioaktivnost. Uspješno su locirana i izolirana dva radioaktivna izvora sa Co-60.

Inspekcija je obavila nadzor i nad više stotina drugih prikupljališta metalnog otpada. U jednom su pronađena još dva slična izvora. Provedena istraga je pokazala je da su izvori dio gama kamere koja se nije koristila posljednjih 15 godina. Tijekom nesreće osam osoba je primilo doze u rasponu od 0,4 Gy do 3,7 Gy. Jedna od njih, s primljenom dozom od 3,1 Gy, umrla je u bolnici.

- **Peru, siječanj 2012.** – Radnik je tijekom obavljanja industrijske radiografije primio rukom vodilicu najmanje 10 puta, jer nije primijetio da je unutra izvor s Ir-192 aktivnosti oko 3 TBq. Prema prvim procjenama, radnik je primio dozu od 6-7 Gy za cijelo tijelo i više od 50 Gy za prst.
- **Finska, veljača 2012.** – Radioaktivni izvor bez posjednika s Am-241, prikupljen kao otpadni metal, rastaljen je u čeličani. Usprkos portalnim monitorima na ulazu, kontaminacija je otkrivena tek prilikom kontrole šljake. Aktivnost rastaljenog izvora nije se mogla precizno odrediti, ali je procijenjeno da se radi o izvoru četvrte kategorije (aktivnosti 0,6 – 60 GBq). Istraga je pokazala da je isporučen u teretu otpadnog metala iz središnje Europe. Većina aktivnosti Am-241 je deponirana u šljaci (približno 99%), a preostalih oko 1% je zadržano u filteru pa nije došlo do ispuštanja u okoliš. Određena aktivnosti je ipak ispuštena u postrojenju, što je uzrokovalo površinsku kontaminaciju. Proizvedeni čelik nije bio kontaminiran. Četiri radnika su bila izložena Am-241 udisanjem, ali je primljena doza bila niska. Čitavo postrojenje je moralo biti dekontaminirano.
- **Bugarska, rujan 2012.** – Operater je informirao regulatorno tijelo o krađi tri razinomjera s Cs-137, svaki aktivnosti od 51,5 GBq. Policija je istog dana pronašla zaštitne spremnike izvora u obližnjem prikupljalištu metalnog otpada. Spremnici su bili razbijeni i u njima nije bilo radioaktivnih izvora. Nakon provedene istrage, izvori su pronađeni i lopovi uhićeni. Izvori su bili zakopani u zemlji u romskom naselju, dva u dvorištu pokraj kuće kradljivaca, a jedan u blizini poljskog toaleta. Ovojnice izvora nisu bili probijene. Trideset i pet osoba koje su živjele u naselju i moguće bile izložene zračenju poslane su na zdravstveni pregled. Kod jedanaest od njih nađene su promjene krvne slike, a šest je zadržano na liječenju u bolnici.
- **Belgija, veljača 2013.** – Četiri nezgode su zabilježene na različitim lokacijama zbog tvorničke greške na spremnicima uređaja za industrijsku radiografiju. Uzrok je bio nepoštivanje tolerancije kod izrade vodilica, uslijed čega bi se izvor zaglavio u spremniku. Doze koje su primili operateri bile su unutar granica za izložene radnike, dok su članovi intervencijskog tima primili doze od 1 do 5 mSv.
- **Francuska, kolovoz 2013.** – Bolnica je obavijestila regulatorno tijelo da je povišena razina radioaktivnosti otkrivena u cijevi za odvod otpadnih voda. Istraga je pokazala da su se zbog kvara na spoju cijevi radioaktivne otpadne vode iz odjela za radioterapiju tokom gotovo godinu dana umjesto u retencijske spremnike ispuštale izravno u javnu kanalizacijsku mrežu. Bolnica je prestala obavljati radioterapiju do otklanjanja kvara. Procijenjeno je da je u okoliš ukupno ispušteno 44 GBq radionuklida I-131.
- **SAD, prosinac 2013.** – Radnik je prilikom obavljanja industrijske radiografije s uređajem koji je sadržavao izvor s Ir-192 aktivnosti 2,5 TBq uhvatio kolimator da promijeni film i tek u tom trenutku shvatio da je izvor u radnom položaju. Na mjestu rada bio je prisutan i nadzornik poslova, udaljen od izvora oko pola metra. Istraga je pokazala da je radnik primio dozu od 21 mSv, a nadzornik dozu od 5,15 mSv.

U nastavku se daje opsežniji opis tri radiološke nesreće: (1) u elektrani Gilan (1996. godina), (2) u Cochabambi (2002. godina) i (3) u Goianiji (1987. godina). Nesreća u Gilanu je primjer neželjenog događaja ograničenih razmjera, u kojem dolazi do ozračenja manjeg broja osoba (u ovom slučaju samo jedne) i u kojem nema radioaktivne kontaminacije. Nesreća u Cochabambi pokazuje kako je i bez kontaminacije moguće prouzročiti štetne posljedice na velikom području i zahvatiti velik broj ljudi. Nesreća u Goianiji je primjer teške nesreće s visokim razinama radioaktivne kontaminacije i sa širokim spektrom ozbiljnih štetnih utjecaja.

3.14.1.4.6.1. *Nesreća u elektrani Gilan*

Tijekom noći od 23. na 24. srpnja 1996. godine obavljala se u termoelektrani Gilan, smještenoj u Iranu 600 km sjeverno od Teherana, kontrola zavara na posudama i cijevima uz primjenu industrijske radiografije [13]. Pri kraju posla, oko 03:00 ujutro, zbog kvara je došlo do odvajanja radioaktivnog izvora od vodilice. Izvor s radionuklidom Ir-192 aktivnosti 185 GBq pao je u betonski kanal, a kako su visoke stjenke kanala poslužile kao štit od zračenja, njegov gubitak nije bio primijećen. Tim za obavljanje industrijske radiografije pretpostavio je da je izvor uvučen na sigurnu poziciju u spremniku (kontejneru) i povukao se iz postrojenja.

Oko 08:00 radnik koji je postavljao izolaciju na cijevi primijetio je blistavi metalni predmet u kanalu, podigao ga i spremio u desni gornji džep kombinezona. Tijekom idućih 1,5 sati radnik je nekoliko puta vadio radioaktivni izvor iz džepa, razgledavao ga te ga opet vraćao u džep. Oko 9:30 počeo je osjećati vrtoglavicu, mučninu i pečenje u grudima. Shvativši da bi pronađeni objekt mogao biti uzrok simptoma izvadio ga je iz džepa i ostavio na mjestu gdje ga je i našao.

Netom prije no što je "blistavi metalni predmet" vraćen u kanal, oko 9:00, tim za radiografiju je primijetio da izvor nije na svom mjestu u spremniku. Odmah je pokrenuta istraga te je izvor pronađen i zbrinut oko 10:00. Oko 13:00 ozračeni radnik je kolegama povjerio da se ne osjeća dobro, a spomenuo je i nepoznati objekt koji je pronašao u kanalu. Kolege su obavijestili upravitelja pogona, a on Iransku upravu za atomsku energiju. U elektranu Gilan je poslan stručni tim s ciljem da se utvrde sve okolnosti događaja. Članovi tima su rekonstruirali tijek zbivanja, nakon čega su uzeti uzorci krvi svih 600 zaposlenika u postrojenju. Za 55 zaposlenika za koje se vjerovalo da su mogli biti ozračeni organiziran je detaljniji medicinski pregled.

Pokazalo se da je u neželjenom događaju značajnije ozračen jedino radnik koji je pronašao izvor i držao ga u džepu. On je nakon dva dana prebačen u bolnicu u Teheranu. Tamo je potvrđen akutni radijacijski sindrom te je utvrđeno da su u predjelu desne strane prsnog koša, desnog lakta i dlanova primljene visoke lokane doze. Procijenjeno je da je radnik primio dozu na cijelo tijelo u iznosu od oko 4,5 Gy, dok je doza na koštanu srž iznosila oko 2,5-3,5 Gy. Pokušaj provedbe transplantacije koštane srži je završio neuspješno, jer nije pronađen odgovarajući donor. Dvadesetak dana nakon ozračenja radnik je u kritičnom stanju prebačen na daljnje liječenje u specijalističku ustanovu u Parizu. Tamo je proveo oko 2 mjeseca tijekom kojih se opće stanje stabiliziralo i popravilo. Teška ozljeda prsnog koša

sanirana je uz primjenu najnaprednijih metoda (slika 4). Iako je ozračenje ostavilo trajne posljedice, život je spašen a radnik se nakon određenog vremena vratio na posao.

Slika 6.12.-4. - Radijacijska ozljeda prsnog koša 12 dana (lijevo), 15 dana (u sredini) i 500 dana (desno) nakon ozračenja

3.14.1.4.6.2. *Nesreća u Cochabambi*

Radiološka nesreća u bolivijskom gradu Cochabambi započela je 13. travnja 2002. godine, tijekom provedbe industrijske radiografije na zavarima na plinovodu [14]. Djelatnik ovlaštene tvrtke IBNORCA započeo je obavljati posao oko 10:00. Kada je oko 11:30 posao bio završen, djelatnik nije mogao rastaviti uređaj za radiografiju, odnosno odvojiti upravljački kabel od spremnika. Pretpostavio je da su uzrok tome nečistoće koje su na neki način tijekom rada dospjele u kabel. Problem je zapravo bio u tome što radioaktivni izvor nije bio povučen u siguran položaj u spremniku, nego se odvojio od kabela i ostao u cijevi-vodilici. U takvom stanju je odvajanje upravljačkog kabela od spremnika onemogućeno iz sigurnosnih razloga. Problem bi se lako uočilo kontrolom brzine doze, što je obvezno učiniti po završetku ekspozicije. No, u ovom slučaju to nije učinjeno.

Nastojanja da se uređaj rastavi su potrajala do oko 12:00, kada je djelatnik o problemu obavijestio poslovodstvo tvrtke IBNORCA u La Pazu. Na osnovi potpuno pogrešne ocjene stanja, dogovoreno je da se uređaj javnom autobusnom linijom prebaci iz Cochabambe u La Paz, gdje će se obaviti pregled i otkloniti kvar. Uređaj je za transport pripremljen na način da je spremnik postavljen u pakovanje propisano za javni prijevoz, dok su upravljački kabel i cijev-vodilica smješteni u običnu kartonsku kutiju (slika 6.12.-5). Sve je učinjeno uz pretpostavku da se izvor nalazi u spremniku, a ne u cijevi-vodilici. Jasno je da je djelatnik u pokušajima rastavljanja uređaja i prilikom njegovog pakiranja više puta primao cijev vodilicu te je tako dovodio ruke u neposrednu blizinu izvora.

Slika 6.12.-5. - Uređaj za industrijsku radiografiju pripremljen za prijevoz autobusom

Između 13:15 i 13:30 zapakiran uređaj za industrijsku radiografiju je predan osoblju na autobusnom terminalu u Cochabambi te je utovaren u prtljažnik autobusa neposredno ispod prostora za putnike. Autobusom je iz Cochabambe u La Paz krenulo 33 putnika, a još 22 putnika je u njega ušlo tijekom 8-satne vožnje. Autobus je na odredište stigao oko ponoći. Uređaj za radiografiju je iskrcan i prebačen na robni terminal u jutarnjim satima, a oko podneva su ga preuzela dva djelatnika tvrtke IBNORCA i uz korištenje taksi službe prevezla u sjedište tvrtke. Odmah po započinjanju pregleda uređaja provedeno je kontrolno mjerenje brzine doze, koje je ukazalo na to da se izvor ne nalazi u kontejneru, već da je izložen. Na osnovi dodatnih mjerenja utvrđena je točna lokacija izvora u cijevi-vodilici. Unutar 45 minuta tri nazočna djelatnika IBNORCA-e uspjeli su izvaditi izvor iz cijevi-vodilice i postaviti ga u siguran položaj unutar spremnika. O incidentu su nadređeni obaviješteni tek idući dan, a nadležna državna institucija dan nakon toga.

Nadležna institucija je po dojavi pokrenula istragu u okviru koje je utvrđen slijed događaja te su obavljene pretrage na četiri ozračena djelatnika tvrtke IBNORCA: na djelatniku koji je u Cochabambi obavljao industrijsku radiografiju i na tri djelatnika iz središnjice u La Pazu. Na osnovi dobivenih rezultata procijenjeno je da je djelatnik koji je obavljao radiografiju primio dozu na cijelo tijelo od oko 0,9 Gy te da bi doza za tri djelatnika iz središnjice mogla iznositi oko 0,8 Gy. Riječ je o znatnim dozama , ali ne toliko visokim da bi izravno ugrozile život. Kasnije su obavljene krvne pretrage kojima je utvrđeno da su stvarne doze bile manje, ali još uvijek znatno više od dopuštenih za profesionalce. Niti na jednom od četiri djelatnika nisu uočeni lokalni deterministički utjecaji ozračenja.

Osim ozračenih djelatnika IBNORCA-e, razlog za zabrinutost su predstavljale i druge potencijalno ozračene osobe. Misli se ponajprije na putnike u autobusu kojim je uređaj prevezen iz Cochabambe u La Paz, na radnike na autobusnim kolodvorima u Cochabambi i La Pazu te na vozača taksija kojim je uređaj u La Pazu prebačen s autobusnog kolodvora u sjedište tvrtke. Za svakog od 55 putnika u autobusu doze su prvo procijenjene modeliranjem, a kasnije su utvrđene eksperimentalno (slika 6).

Pokazalo se da doze za cijelo tijelo, ovisno o sjedećem mjestu, poprimaju vrijednosti do oko 0,2 Gy te da se doze za butine (kao najizloženije dijelove tijela) kreću do oko 0,4 Gy. Dobivene doze su i do dva reda veličine veće od najveće dopuštene godišnje doze za stanovništvo (1 mSv). Doza za cijelo tijelo za vozača taksija je procijenjena na 4 mGy, što također premašuje dopušteni limit za stanovništvo ali ne u tako velikoj mjeri. Doze koje su primili djelatnici na autobusnim kolodvorima procijenjene su na maksimalno 20 mGy, s tim da su u ovom slučaju nepoznanice oko uvjeta izlaganja bile najveće.

Slika 6.12.-6. - Eksperimentalno utvrđivanje doza za putnike u autobusu

Po saznanju da je stanovništvo primilo doze koje su iznad dopuštenih, krenulo se u identifikaciju putnika u autobusu, djelatnika na autobusnim kolodvorima i vozača taksija. Primijenjena je strategija kojom se javnost putem intenzivnog oglašavanja u medijima (televizija, radio i tisak) upoznavala s neželjenim događajem kako bi se ozračene osobe prepoznale i javile nadležnoj instituciji. Kao rezultat primjene takve strategije identificirano je 15 od 55 putnika u autobusu, dok identitet vozača taksija i potencijalno ozračenih djelatnika na autobusnim kolodvorima nije utvrđen. Provedba daljnjih aktivnosti u nalaženju ozračenih je ocijenjena neprimjerenom i nepotrebnom. Za identificirane ozračene osobe je organizirano informiranje o učincima ionizirajućeg zračenja i upoznavanje s rizicima povezanim s izlaganjem zračenju. Sve osobe su prošle detaljni liječnički pregled, koji je uključivao i citogenetičku analizu krvi. Niti u jednom slučaju nisu uočeni pokazatelji velikog ozračenja.

Po okončanju istrage, tvrtka IBNORCA je platila novčanu kaznu, zaplijenjen joj je uređaj za obavljanje industrijske radiografije i privremeno joj je zabranjeno obavljanje bilo kakvih poslova vezanih uz izvore ionizirajućeg zračenja. Nesreća je postala glavna vijest u medijima, a jedan od razloga je bio i to što su se gotovo istovremeno u Boliviji dogodila još dva radiološka akcidenta: nelegalni uvoz radioaktivnih izvora i krađa neutronske sonde za mjerenje vlage. Socioekonomske posljedice nesreće u Cochabambi nisu poznate, ali bi imajući u vidu razmjere događaja i popraćenost u medijima one bi mogle biti značajne.

3.14.1.4.6.3. *Nesreća u Goianiji*

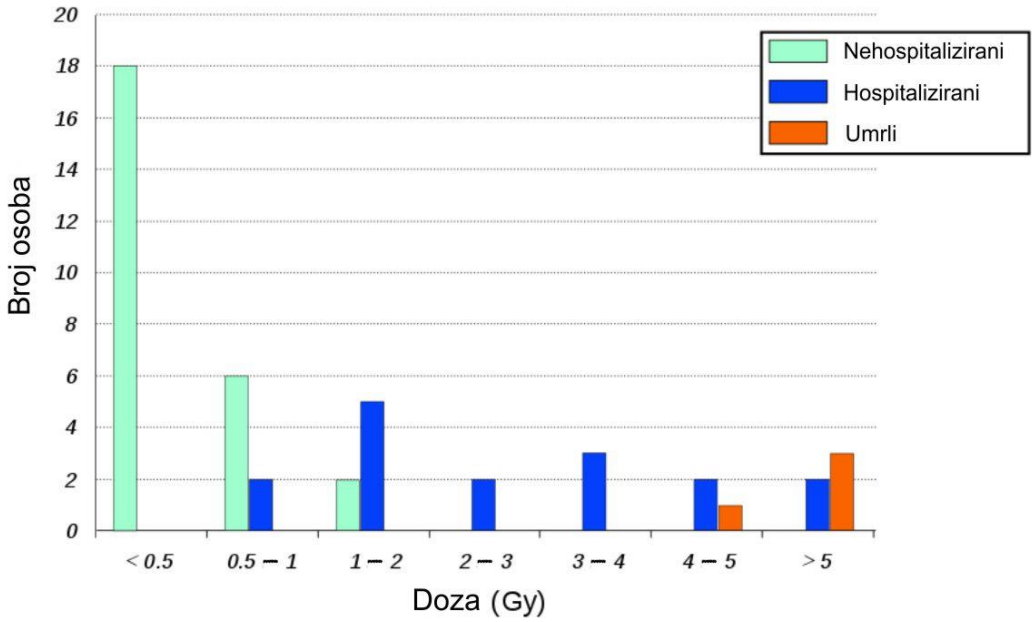
Iako su zabilježene i nesreće s većim brojem smrtno stradalih osoba, ona u Goianiji se, prema ukupnim posljedicama, ocjenjuje kao do sada najteža radiološka nesreća [15][16]. Goiania je glavni grad brazilske savezne države Goias, u kome živi oko milijun stanovnika. Nesreću su inicirala trojica liječnika koja su 1985. godine napustila svoju privatnu onkološku kliniku. Zgrada je ubrzo ostala bez prozora i vrata te je počela propadati (slika 6.12.-7.). Nakon dvije godine, na dan 13. rujna 1987., sakupljači starog metala su ušli u zgradu i među ostalim našli napušten i nezbrinut uređaj za teleterapiju. Uređaj je sadržavao izvor s radionuklidom Cs-137 u formi cezijeva klorida (lakotopiva i lakodisperzivna sol) volumena oko 24 cm3 i aktivnosti oko 50,9 TBq. Dok su rastavljali i pilili težak uređaj kako bi ga kolicima lakše prenijeli na otpad, sakupljači su oštetili ovojnicu radioaktivnog izvora.

Slika 6.12.-7. - Napuštena klinika iz koje je otuđen uređaj za teleterapiju

Vlasnik deponija otpada koji je otkupio dijelove uređaja za teleterapiju noću je uočio lijepo plavičasto svjetlucanje. Taj je fenomen pokazao prvo ukućanima, a zatim susjedima i prijateljima. Ubrzo se otkrilo da to zapravo svjetluca neki prah donesen s metalom (riječ je bila o cezijevom kloridu). Djeca i odrasli su ga nanosili na tijelo veseleći se kako svijetle u mraku, a mnogi prijatelji i rodbina ponijeli su vrećice s prahom svojim kućama. Kontaminacija se širila gradom gotovo dva tjedna, iako najvećim dijelom unutar lokaliziranog područja.

Potkraj mjeseca rujna Gabriela Maria Ferreira (supruga vlasnika deponija otpada) je primijetila da se mnogo ljudi oko nje teško razboljelo. To je povezala s prahom koji svjetluca, prikupila ostatke cezijevog klorida i odnijela ih u bolnicu. Tamo je medicinski fizičar ustanovio da se radi o snažnom radioaktivnom izvoru i obavijestio nadležne institucije. Kasnije se pokazalo da je Gabriela Maria Ferreira u bolnicu donijela samo oko 10% originalnog izvora. Aktivnost donesenog materijala je iznosila oko 4,5 TBq, a brzina doze na 1 m oko 0,4 Sv/h.

Brazilska Komisija za nuklearnu energiju je odmah po dojavi na teren poslala stručni tim. Članovima tima je dana podrška s lokalne razine, a dobivena je i međunarodna stručna pomoć. Utvrđeno je da je u nesreći znatno kontaminirano oko 250 osoba. Pedesetak osoba je u tijelo unijelo znatne količine cezija, pa su i sami bili radioaktivni i predstavljali potencijalnu opasnost za okolinu. Radijacijske opekline je zadobilo 28 osoba, a ukupno 54 osobe je bilo nužno hospitalizirati. Dvadesetak najjače ozračenih pojedinaca je primilo dozu od 1 do 8 Sv. Te osobe su liječene infuzijom, antibioticima i nizom eksperimentalnih lijekova, a primjenom tzv. "pruskog plavila" pokušalo se ubrzati izlučivanje cezija iz organizma. Unatoč svim naporima, od posljedica izlaganja zračenju je umrlo četiri osobe, a jednoj osobi je morala biti amputirana podlaktica.



Slika 6.12.-8. – Raspodjela primljene doze za 46 najizloženijih osoba

U nesreći je uz kontaminaciju ljudi došlo i do visoke kontaminacije okoliša, koja se protezala kroz nekoliko gradskih četvrti. Zbog veličine zahvaćenog područja tzv. hot-spot-ovi (mjesta posebice visoke radioaktivnosti) su pronalaženi postavljanjem mjernih uređaja u cestovna vozila i helikoptere. Na najviše onečišćenim lokacijama brzine doze na 1 m su dosezale zastrašujućih 2 Sv/h. Utvrđeno je da je znatno kontaminirano 85 kuća, od čega je 41 morala biti evakuirana do dekontaminacije, a 7 kuća je moralo biti srušeno (slika 6.12.-9.). Na nekim područjima je zbog kontaminacije bilo nužno ukloniti i do 50 cm tla sa velikih površina. Procijenjeno je da je tijekom čišćenja sakupljeno oko 44 TBq (oko 87%) inicijalne aktivnosti izvora, što znači da je daje oko 7 TBq ostalo raspršeno u okolišu. Troškovi dekontaminacije su iznosili oko 20 milijuna USD.

Sve što se nije moglo dekontaminirati (odjeća, igračke, vegetacija, ...) zbrinuto je kao radioaktivni otpad. Dijelovi izvora Gabriela Maria Ferreira donijela u bolnicu zaliveni su u betonski blok zajedno sa stolicom na kojoj su bili ostavljeni.

Slika 6.12.-9. - Rušenje kontaminiranih objekata

U konačnici se pokazalo da je u nesreći s radioaktivnim izvorom volumena od svega 24 cm^3 i mase od oko 93 grama generirano oko 3.500 m^3 radioaktivnog otpada. Otpad je pohranjen u bačve i kontejnere te je odložen na privremeno odlagalište oformljeno posebno za tu svrhu dvadesetak kilometara od Goianije. Pakovanja s otpadom su postavljena na šest betonskih platformi dimenzija 60 *x* 18 m, kako bi se spriječilo eventualno ispuštanje radioaktivnosti u tlo. Visoko kontaminirano tijelo djevojčice Leide Ferreira (jedne od četiri žrtve nesreće) sahranjeno je u posebnom lijesu koji bi trebao spriječiti zračenje i širenje radioaktivnosti.

Slika 6.12.-10. – Kontrola kontaminacije na gradskom olimpijskom stadionu

Tijekom nesreće je obavljana kontrola kontaminacije oko 120.000 ljudi, odnosno oko 10% ukupne populacije Goianije. Za obavljanje kontrole oformljen je posebni centar na gradskom olimpijskom stadionu (slika 6.12.-10.). Svim osobama za koje je tijekom kontrole procijenjeno da su mogle primiti dozu veću od 0,1 Gy uzeti su uzorci krvi i poslani na citogenetičku analizu.

I socioekonomske posljedice nesreće u Goianiji su bile teške. Oko pet tisuća građana je dobilo akutni stres ili alergijske simptome. U cijeloj državi Goias pale su cijene poljoprivrednih proizvoda za više od 50%, jer su ih se ljudi bojali kupovati i konzumirati. U drugim dijelovima Brazila se mnogim stanovnicima Goianije nije željelo iznajmljivati hotelske sobe, a imali su problema i prilikom upotrebe

zrakoplova ili autobusa. Turizam, važna gospodarska grana za Goinaniju, doživio je težak udarac. Ukupni ekonomski gubitci su procijenjeni su na stotine milijuna USD, a gospodarski oporavak je potrajao nekoliko godina. Za radioaktivni otpad generiran tijekom nesreće još nema trajnog rješenja.

3.14.1.5. *Uzrok*

Uzrok događaja okarakteriziranog kao najvjerojatniji događaja za potrebe ovog scenarija leži u kaznenoj odgovornosti vlasnika koji je prodao objekt s radioaktivnim gromobranom bez da je o istom obavijestio novog vlasnika te u djelatnicima remontne tvrtke koji nisu s otpadom (neovisno o vrsti) postupali kako je propisano. Prvotne aktivnosti (skidanje gromobrane i njegovo nezbrinjavanje) uzrokovale su posljedice kako je opisano u ovom scenariju.

3.14.2. DOGAĐAJ

U svrhu procjene rizika od radioloških nesreća definirana su dva neželjena scenarija, odnosno dva događaja: "najvjerojatniji događaj" i "događaj s najgorim mogućim posljedicama". U definiranju "najvjerojatnijeg događaja" pažnja je usmjerena na događaje s najvećom učestalošću među onima koje se prema posljedicama još uvijek može smatrati nesrećama, a ne nezgodama ili incidentima. U konačnici je odabir pao na događaj u kojem dolazi do gubitka kontrole nad radioaktivnim gromobranom, do prekomjernog ozračenja više osoba te do nezanemarivih ekonomskih posljedica. Pri usvajanju "najvjerojatnijeg događaja" u obzir je uzeto sljedeće:

- U Republici Hrvatskoj je još uvijek u upotrebi stotinjak radioaktivnih gromobrana, a njihovo zbrinjavanje je onemogućeno zbog neriješenog pitanja nacionalnog skladišta radioaktivnog otpada
- Radioaktivni gromobrani, odnosno njihove aktivne komponente, mogu biti u Hrvatsku uvezeni u pošiljkama otpadnog metala.
- Radioaktivni gromobrani se u Hrvatskoj pronalaze izvan kontrole na godišnjoj bazi
- U radioaktivnim gromobranima se nalaze izvori 4. kategorije, koji su dovoljno snažni da u nepovoljnom scenariju uzrokuju izlaganja ionizirajućem zračenju veća od zakonski dopuštenih. Za slabije radioaktivne izvore (5. kategorija) to više nije slučaj

Predložak za "događaj s najgorim mogućim posljedicama" su teške radiološke nesreće koje su zabilježene u svijetu, posebice nesreća u Goianiji. Prema "događaju s najgorim mogućim posljedicama" dolazi do gubitka kontrole nad visokoaktivnim izvorom, što u konačnici dovodi do teških posljedica po život i zdravlje ljudi, velikih ekonomskih šteta i značajnih socijalnih, psiholoških i političkih utjecaja. U događaju se pojavljuje izvor zračenja kakav se može naći u primjeni u Hrvatskoj. Važno je napomenuti da "događaj s najgorim mogućim posljedicama" strogo gledano to nije. Naime, moguće je zamisliti i događaje s većim posljedicama. No, vjerojatnosti pojave takvih događaja su toliko niske da bi njihovo uključivanje u procjenu rizika bilo vrlo teško opravdati.

3.14.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

"Najvjerojatniji događaj" započinje odlukom poslovodstva tvrtke sa sjedištem Zagrebu (u nastavku: Tvrtka X) da se obavi popravak krova na nedavno preuzetom objektu u industrijskoj zoni. Bivši vlasnik objekta prilikom prodaje nije informirao poslovodstvo Tvrtke X da je na krovu objekta instaliran radioaktivni gromobran (slika 6.12.-11.). Riječ je o gromobranu postavljenom još tijekom sedamdesetih godina, koji sadrži radioaktivni izvor sa radionuklidima Eu-152 i Eu-154. Aktivnost izvora je u trenutku postavljanja iznosila 14,8 GBq, a tijekom vremena je opadala pa u trenutku obavljanja radova na krovu poprima vrijednost od 1,5 GBq. Oznake upozorenja o radioaktivnosti na gromobranu više nije moguće uočiti.

Slika 6.12.-11. – Radioaktivni gromobran na krovu objekta Tvrtke X

Za popravak krova angažirana je Tvrtka Y. Četiri djelatnika te tvrtke (u nastavku: Djelatnik A, B, C i D) dobivaju zadatak skinuti s krova limenu oplatu i sve što je na nju postavljeno. Brzo nakon početka radova djelatnici skidaju i rastavljaju radioaktivni gromobran, misleći da se radi o staroj anteni. Djelatnik A pokazuje interes za jedan dio gromobrana, za koji vjeruje da bi mu kod kuće mogao poslužiti kao stalak za suncobran. Riječ je o aktivnom dijelu gromobrana u kojemu se nalazi radioaktivni izvor (slika 6.12.-12.).

Kako ne bi bio odvezen s ostalim otpadnim materijalom, Djelatnik A aktivni dio gromobrana odnosi u kontejner postavljen unutar gradilišta pri početku obavljanja radova. Kontejner djelatnicima Tvrtke Y (misli se na Djelatnike A, B , C i D) služi za presvlačenje, odmor tijekom pauze i sklanjanje u slučaju kiše. Gromobran je ostavljen na polici u neposrednoj blizini stola za kojim djelatnici sjede kad borave u kontejneru, i to na način da je konusni dio s radioaktivnim izvorom usmjeren upravo prema stolu. Stanje se ne mijenja sve do završetka radova na objektu, koji se odvijaju tri mjeseca.

Slika 6.12.-12. – Aktivni dio gromobrana s radioaktivnim izvorom

Po konačnom napuštanju gradilišta Djelatnik A uzima radioaktivni gromobran iz kontejnera i odnosi ga u svoj kućni vrt. Taj djelatnik živi u kućanstvu s roditeljima (u mirovini), suprugom koja je u trenutku donošenja gromobrana u početnoj fazi trudnoće te s dva djeteta u dobi od 2 i 4 godine. Obitelj često boravi u vrtu, a to je i omiljeno mjesto za dječju igru. Djeca u igri koriste sve što u vrtu nađu, a gromobran im iz nekog razloga postaje omiljena igračka. Zbog toga oca nagovore da pričeka s izradom stalka za suncobran.

Nakon dvije godine Djelatnik A odlučuje raščistiti vrt i sav nepotreban sadržaj odvesti na deponij otpada. Stalak za suncobran je u međuvremenu nabavio pa mu gromobran, za koji su i djeca postupno izgubila interes, više nije potreban. Zbog toga gromobran zajedno s ostalim otpadom stavlja u autoprikolicu i odvozi na deponij u Jakuševcu. Pri dolasku na deponij auto Djelatnika A biva zaustavljen, jer se oglašava alarm na portalnim monitorima za kontrolu radioaktivnosti. Osoblje o tome obavještava inspektora za radiološku i nuklearnu sigurnost te on dolazi na deponij u pratnji stručnog tehničkog servisa. Zaposlenici tehničkog servisa pronalaze izvor zračenja i utvrđuju da se radi o aktivnom dijelu radioaktivnog gromobrana. Smještaju ga u odgovarajuće pakovanje i odvoze u na lokaciju za privremeno skladištenje.

Inspektor od Djelatnika A prikuplja informacije i postupno rekonstruira tijek neželjenog događaja, od demontaže gromobrana s krova industrijskog objekta do dovoženja na deponij. Brzo postaje jasno da su kroz dvije godine i tri mjeseca, tijekom kojih se radioaktivni izvor nalazio izvan kontrole, pojedine osobe mogle primiti doze koje su više od zakonom dopuštenih, odnosno doze koje premašuju 1 mSv u godini. Inspektor u pratnji zaposlenika stručnog tehničkog servisa obilazi industrijski objekt s kojeg je skinut gromobran i kućanstvo Djelatnika A, a pregledava i kontejner Tvrtke Y. Na osnovi svih prikupljenih informacija obavlja se procjena primljenih doza.

3.14.2.1.1. POSLJEDICE

Rezultati procjene doza ukazuju na sljedeće:

- Djelatnik A je tijekom tromjesečnog izlaganja u kontejneru i dvogodišnjeg izlaganja u vrtu svoje kuće primio ukupnu dozu na cijelo tijelo od oko 8 mSv.
- Djelatnici B, C i D su tijekom izlaganja u kontejneru primili po oko 5 mSv.
- Supruga djelatnika A je tijekom izlaganja u vrtu primila oko 2,5 mSv.
- Najmlađe dijete Djelatnika A je kao fetus primilo oko 0,4 mSv, a nakon rođenja još oko 0,3 mSv.

- Dva starija djeteta Djelatnika A primila su tijekom dvogodišnje igre s gromobranom po oko 11 mSv.
- Roditelji Djelatnika A su tijekom izlaganja u vrtu primili po oko 3 mSv.

Doze su takve da su deterministički učinci isključeni, a rizik od pojave stohastičkih učinaka vrlo nizak. Ipak, zakonom propisano ograničenje godišnje doze od 1 mSv/god je premašeno za devet osoba, od čega je dvoje djece. Za Djelatnika A je to ograničenje premašeno tijekom tri uzastopne godine, a za njegovu suprugu, roditelje i dvoje djece tijekom dvije uzastopne godine.

Po provedbi procjene doza Ministarstvo unutarnjih poslova sve ozračene osobe upoznaje s rezultatima i s rizicima vezanim uz ozračenje. Za svih deset osoba organizira se medicinski pregled i dugoročno medicinsko praćenje. Cilj je pokazati kako nema štetnih utjecaja ozračenja. Protiv bivšeg vlasnika industrijskog objekta s kojeg je skinut gromobran podnosi se kaznena prijava i naplaćuju mu se troškovi intervencije, uključujući i troškove zbrinjavanja radioaktivnog izvora.

Vijesti o neželjenom događaju brzo dospijevaju u medije (prvo domaće, a potom i inozemne), i to u jeku turističke sezone u Gradu Zagrebu. Izvještaji su senzacionalistički intonirani i puni netočnih i nepotpunih informacija. U pretjerivanju s razmjerima događaja ide se toliko daleko da se spominju stotine teško ozračenih osoba, a posljedice se uspoređuju s onima u Černobilu i Fukushimi. Zbog svega toga se stvara loša slika o Zagrebu, pa se bilježe štetni utjecaji u turizmu, koji će biti prisutni mjesecima. Ukupna ekonomska šteta, u kojoj najznačajnije stavke predstavljaju troškovi intervencije i gubitci u turizmu, penje se na nekoliko milijuna kuna.
Ukoliko se posljedice "najvjerojatnijeg događaja" ocijeni korištenjem predefiniranih matrica dobivaju se rezultati navedeni u slijedećim poglavljima:

3.14.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Posljedice po život i zdravlje ljudi se ocjenjuje "neznatnima" (tablica 6.12.-3.), jer nema poginulih, ozlijeđenih, oboljelih, zbrinutih, evakuiranih niti sklonjenih osoba. Čak i ako bi se za devet prekomjerno ozračenih osoba pretpostavilo da su potencijalno "ozlijeđene", to ne bi promijenilo kategoriju posljedica porastom smrtnosti stanovništva za 5%.

Tablica 6.12.-3.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.14.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Posljedice po gospodarstvo su aproksimirane troškovima intervencije i gubitcima u turizmu. Njihov zbroj iznosi nekoliko milijuna kuna, što znači da su posljedice u kategoriji "neznatnih" (tablica 6.12.-4.).

Tablica 6.12.-4. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.14.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

U "najvjerojatnijem događaju" ne dolazi do oštećenja kritične infrastrukture, štete ili gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja niti do prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. Iz tog razloga su posljedice po društvenu stabilnost i politiku u sva tri slučaja ocijenjene kao "neznatne" (tablice 6.12.-5, -6. i .7.)

Tablica 6.12.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.12.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.12.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

Kada je u pitanju "najvjerojatniji događaj", rizik za svih pet vrsta utjecaja se ocjenjuje "niskim". To su utjecaji na život i zdravlje ljudi, utjecaji na gospodarstvo, oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja i utjecaji prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. U svih pet slučajeva posljedice su procijenjene kao "neznatne", a vjerojatnost kao "umjerena". Ukupni rizik je također dobiven kombinacijom "neznatnih" posljedica i "umjerene" vjerojatnosti, pa je i on ocijenjen "niskim" kao što je i vidljivo u poglavlju *6.12.3 Matrice rizika.*

3.14.2.1.2. Vjerojatnost DOGAĐAJA

Događaji koji uključuju gubitak kontrole nad radioaktivnim gromobranima bilježe se u Republici Hrvatskoj gotovo svake godine. Najčešće je riječ o pronalascima gromobrana, odnosno njihovih aktivnih dijelova, na skladištima otpadnog metala (slika 12 prikazuje radioaktivni gromobran pronađen na skladištu u Luci Rijeka) ili nestručno demontiranih pokraj objekata. Procjenjuje se da je u Hrvatskoj još uvijek u upotrebi stotinjak radioaktivnih gromobrana, a njihovo zbrinjavanje se ne provodi jer nije uspostavljeno centralno skladište radioaktivnog otpada. Uz to, radioaktivni gromobrani mogu biti uvezeni u Hrvatsku iz drugih zemalja u pošiljkama metalnog otpada. Zbog svega navedenog, incidente s radioaktivnim gromobranima može se očekivati i u budućnosti s nesmanjenom učestalošću.

Uz pretpostavku da će svaki deseti slučaj gubitka kontrole nad radioaktivnim gromobranom dovesti do prekomjernog ozračenja jedne ili više osoba, događaj sličan opisanom može se očekivati jednom u desetak godina. Iz toga proizlazi da su vjerojatnost i frekvencija "najvjerojatnijeg događaja" u kategoriji "umjerenih" (tablica 6.12.-8.)

Tablica 6.3.-10. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.14.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

"Događaj s najgorim mogućim posljedicama" započinje odlukom zagrebačke medicinske ustanove o zamjeni postojećeg uređaja za ozračivanje krvi i krvnih pripravaka i nabavke novog. Zamjena se planira na način da se iz postojećeg uređaja izvadi radioaktivni izvor i vrati proizvođaču te da se nakon toga uređaj demontira i preveze na skladište otpadnog metala kako bi se oslobodilo prostor za postavljanje novog uređaja. U postojećem uređaju se nalazi izvor s radionuklidom Cs-137 aktivnosti 63 TBq.

Za vraćanje izvora proizvođaču medicinska ustanova angažira ovlašteni stručni tehnički servis. Zbog proceduralne pogreške, zaposlenik tehničkog servisa preuzima prazan transportni kontejner, a izvor ostaje u uređaju za ozračivanje koji dospijeva na skladište otpadnog metala. Skladište je opremljeno monitorima za detekciju ionizirajućeg zračenja, no oni su u kvaru pa unošenje izvora nije detektirano. Trojica djelatnika sa skladišta (u nastavku: Djelatnik A, B i C) dobivaju zadatak rastaviti dopremljen uređaj. Tijekom rastavljanja oštećuju ovojnicu radioaktivnog izvora a sam izvor, koji je u formi bijelih svjetlucavih zrnaca (cezijev klorid), se rasipa po tlu. Djelatnik A pokazuje interes za zrncima "kakva još nije vidio" i stavlja manji dio u džep radnog kombinezona kako bi ih kod kuće mogao pokazati ženi i djeci. Najveći dio zrnaca ostaje na tlu, pa djelatnici po njima hodaju dok dalje rastavljaju uređaj.

Po završetku posla Djelatnici A, B i C se presvlače u jednom od objekata na skladištu i kreću svojim kućama. Tijekom presvlačenja Djelatnik A uzima zrnca iz radnog kombinezona i stavlja ih u džep od hlača. Tom prilikom nekoliko zrnaca završava na podu prostorije. Trojica djelatnika do svojih domova dolaze korištenjem gradskog prijevoza: Djelatnik A koristi tramvajsku liniju, a Djelatnici B i C autobus. Dok u tramvaju sjeda na stolicu, Djelatniku A iz džepa ispada nekoliko zrnaca.

Po dolasku kući Djelatnik A pokazuje supruzi i djeci svjetlucava zrnca koja je našao na poslu. Supruga i starije dijete ne pokazuju pretjerani interes, ali mlađe dijete, u dobi od 3 godine, prvo sa zanimanjem razgledava zrnaca, a onda jedno stavi u usta i proguta. Tijekom noći se kod Djelatnika A pojavljuju vrtoglavica i mučnina, pa ujutro javlja voditelju skladišta da neće doći na posao. Voditelj mu saopćava da su mu se već javili Djelatnici B i C s istim problemima i zaključuje da su sva trojica "nešto pojeli ili dobili crijevnu virozu".

Još tijekom prijepodneva se vrtoglavica i mučnina javljaju i kod supruge i oba djeteta Djelatnika A, pa čitava obitelj odlazi u bolnicu na hitni prijem. Tijekom pregleda liječnik doznaje kakvim se poslom Djelatnik A bavi, a spomenuta su mu i bijela zrnca. Liječnik sve to povezuje sa simptomima i posumnja da bi bijela zrnca mogla biti toksična ili radioaktivna tvar. Odmah obavještava Zavod za toksikologiju i antidoping, kao i Ministarstvo unutarnjih poslova.

Inspektor za radiološku i nuklearnu sigurnost MUP-a dolazi u bolnicu opremljen s mjernim uređajima i brzo utvrđuje da je netko od obitelji Djelatnika A visoko kontaminiran. Poduzimaju se nužne mjere zaštite i pokreće se odgovor na nesreću prema Planu pripravnosti i odgovora Republike Hrvatske na radiološki ili nuklearni izvanredni događaj. U odgovor se uz Ravnateljstvo civilne zaštite Ministarstva

unutarnjih poslova inicijalno uključuju policija, Ured za upravljanje u hitnim situacijama Grada Zagreba i stručni tehnički servisi. Ministarstvo unutarnjih poslova aktivira svoj Centar za izvanredni događaj, koji svim sudionicima odgovora pruža stručnu podršku.

Policijski inspektori i inspektori za radiološku i nuklearnu sigurnost Ministarstva unutarnjih poslova obavljaju razgovore s djelatnicima deponija i drugim osobama uključenim u nesreću te nastoje rekonstruirati tijek događaja. Usporedno zaposlenici stručnih tehničkih servisa provode mjerenja na lokacijama za koje se vjeruje da bi mogle biti kontaminirane. Daju se prva priopćenja za javnost i preventivno prekida sav gradski javni prijevoz. Djelatnika A s obitelji, kao i Djelatnike B i C, prebacuje se u referentni centar Ministarstva zdravstva za liječenje ozračenih osoba (Klinički zavod za nuklearnu medicinu i zaštitu od zračenja Kliničkog bolničkog centra Zagreb).

Razmjeri nesreće postupno postaju jasniji, pa postaje razvidno i to da kapaciteti koji su u Hrvatskoj na raspolaganju neće biti dostatni za odgovarajući odgovor. Zbog toga se putem IAEA-e, odnosno sustava RANET, traži međunarodna pomoć na nekoliko područja: ocjeni stanja, odlučivanju o daljnjem postupanju i provedbi radioloških mjerenja. Međunarodni timovi stižu u Hrvatsku unutar 24 sata i uključuju se u nastavak intervencije.

3.14.2.2.1. POSLJEDICE

Izravne posljedice "događaja s najgorim mogućim posljedicama" na ljudski život i zdravlje su kako slijedi:

- Djelatnik A i njegovo mlađe dijete primili su doze na cijelo tijelo od oko 6 odnosno 7 Sv te se kod oboje pojavio akutni radijacijski sindrom. Uz to, oboje su primili izuzetno visoke lokalne doze na ruke, Djelatnik A je primio visoku dozu na bok (tijekom nošenja izvora u džepu) i na stopala, a dijete je interno kontaminirano gutanjem cezijevog klorida. Oboje su hitno prebačeni na liječenje u specijalizirani medicinski centar u inozemstvu. Unatoč najboljoj skrbi, Djelatnik A i njegovo mlađe dijete su preminuli unutar mjesec dana od početka nesreće.
- Djelatnici B i C su primili doze na cijelo tijelo u iznosu između 3 i 4 Sv, kao i visoke lokalne doze na ruke i stopala. Upućeni su na liječenje u specijalizirani medicinski centar u inozemstvu i nakon dugotrajnog postupka su se oporavili, ali su im na rukama i nogama ostale trajne posljedice.
- Supruga i starije dijete Djelatnika A primili su doze na cijelo tijelo od oko 2,5 Sv. Liječeni su u Hrvatskoj uz konzultacije s međunarodnim stručnjacima i u potpunosti su se oporavili.
- Još petero djelatnika sa skladišta otpadnog metala dobilo je tijekom obavljanja poslova na kontaminiranom prostoru doze na cijelo tijelo u rasponu od 0,1 do 0,5 Sv.
- Dvadesetak osoba je primilo doze između 0,05 i 0,2 Sv tijekom vožnje u kontaminiranom tramvaju. Deseci osoba su primili doze koje premašuju ograničenje za stanovništvo (1 mSv/god).
- Ispitano je i prekontrolirano (s obzirom na kontaminaciju) oko 5.000 ljudi. Kontrola je obavljena u centrima formiranom posebno za tu namjenu. Kontaminacija je potvrđena na četrdesetak osoba. Svim osobama za koje je postojala sumnja da su primile značajniju dozu uzeti su uzorci krvi i poslani na analizu.

Slika 6.12.-13. – Radijacijske ozljede ruke, stopala i boka (početna faza)

Tijekom nesreće je došlo do kontaminacije okoliša širokih razmjera. Najviše razine su zabilježene na deponiju otpadnog metala, u tramvaju u kojem je Djelatniku A nekoliko zrnaca ispalo iz džepa te u kući Djelatnika A. Na jednom dijelu deponija je kontaminacija bila takve razine da je morao biti uklonjen sloj tla debljine oko 30 cm. Objekt na deponiju u kome je Djelatniku A nekoliko zrnaca ispalo na pod bilo je nužno ukloniti u cijelosti. Srušeni su i pojedini dijelovi obiteljske kuće Djelatnika A. Ostali kontaminirani objekti i površine (uključujući i bolnicu u koju je obitelj Djelatnika A otišla na pregled) uspješno su dekontaminirani.

Dekontaminacijom je obuhvaćeno ukupno tridesetak objekata i nekoliko tisuća kvadratnih metara otvorenih površina. Kontaminirani tramvaj nije bilo moguće zadovoljavajuće dekontaminirati, pa su pojedini dijelovi zbrinuti kao radioaktivni otpad. U okviru dekontaminacije je ukupno generirano oko 1.500 m^3 radioaktivnog otpada različitih karakteristika. Kako bi ga se moglo zbrinuti, po hitnom postupku je uspostavljeno privremeno skladište na lokaciji na kojoj je bila u planu izgradnja nacionalnog skladišta i odlagališta radioaktivnog otpada.

"Događaj s najgorim mogućim posljedicama" je pobudio veliku pažnju u domaćim i inozemnim medijima, što je stvorilo lošu sliku o Zagrebu i Hrvatskoj. Turizam u Zagrebu je doživio potpuni slom, a do djelomičnog oporavka je došlo tek nakon desetak godina. Značajni gubici su prouzročeni i u turizmu u ostalim dijelovima Hrvatske. Osim toga, zabilježena je smanjena potražnja za hrvatskih izvoznim proizvodima, posebice prehrambenim. U Zagrebu je došlo do pada cijena nekretnina u kvartovima koji su bili spominjani u kontekstu nesreće.

Događaj je prouzročio znatne psihološke, socijalne i političke utjecaje. Među ostalim, došlo je do dodatnog pada povjerenja u gradske i državne institucije. U godinama nakon nesreće u Zagrebu je zabilježen porast stope depresije, a primijećeno je i smanjenje doseljavanja te povećanje iseljavanja iz grada.

Ako se posljedice "događaja s najgorim mogućim posljedicama" ocijeni primjenom predefiniranih matrica, proizlazi sljedeće:

3.14.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

U nesreći su život izgubile dvije osobe, teško su ozlijeđene još dvije osobe, tridesetak osoba je dobilo takve doze da im je znatno povećan rizik obolijevanja od karcinoma, a deseci osoba su primili doze veće od zakonskog ograničenja. Osim toga nekoliko stotina ljudi je tijekom nesreće evakuirano ili im je ograničeno normalno kretanje i obavljanje poslova. Na osnovi svega navedenog posljedice po život i zdravlje ljudi se ocjenjuje "umjerenima" (tablica 6.12.-9.).

Tablica 6.12.-9. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	**X**
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.14.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Ukupne posljedice po gospodarstvo može se aproksimirati zbrojem troškova intervencije uključujući i dekontaminaciju (nekoliko desetaka milijuna kuna), privremenog skladištenja radioaktivnog otpada (nekoliko desetaka milijuna kuna), liječenja ozračenih osoba (nekoliko milijuna kuna) te gubitaka u turizmu i izvozu (nekoliko milijardi kuna). Ta vrsta posljedica se ocjenjuje "značajnom" (tablica 6.12-10). Troškovi trajnog zbrinjavanja radioaktivnog otpada nisu uzeti u obzir, ali s obzirom na dominantnost gubitaka u turizmu i izvozu, to ne utječe na odabir kategorije.

Tablica 6.12.-10. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.14.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

U razmatranom događaju ne dolazi do oštećenja kritične infrastrukture, štete ili gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja niti do prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. U skladu s time su posljedice prema tri navedena kriterija ocijenjene kao "neznatne"

(tablice 6.12.-11., -12. i -13.). Jasno je, međutim, da posljedice ovakvog događaja na društvenu sigurnost i politiku nisu neznatne. Upravo obrnuto, razmatrani događaj bi zasigurno prouzročio znatne psihološke, socijalne i političke utjecaje, ali bi se oni manifestirali na područjima koja nisu obuhvaćena matricama.

Tablica 6.12.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.12.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.12.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 – 15.000	
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

Rizici pojedinačnih utjecaja za "događaj s najgorim mogućim posljedicama" ocijenjeni su "niskim" do "umjerenim". Rizik po život i zdravlje ljudi dobiven je kombinacijom "umjerenih" posljedica i

"iznimno male vjerojatnosti", a rizik po gospodarstvo kombinacijom "značajnih" posljedica i "iznimno male vjerojatnosti". Rizik je u oba slučaja "umjeren". Rizici koji se odnose na oštećenja kritične infrastrukture, štete/gubitke na građevinama od javnog društvenog značaja i prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana dobiveni su kombinacijom "neznatnih" posljedica i "iznimno male vjerojatnosti" i ocijenjeni "niskim".

Ukupni rizik je ocijenjen bez uzimanja u obzir utjecaja na društvenu stabilnost i politiku. Tako se postupilo jer je utvrđeno da, kada je riječ o radiološkim nesrećama, definirani pokazatelji ne daju pravu sliku o toj vrsti utjecaja (vidi poglavlje 6.12.2.2.1.). Na osnovi vjerojatnosti događaja te utjecaja na život i zdravlje ljudi i na gospodarstvo, ukupni rizik je ocijenjen "umjerenim" kao što je i vidljivo u poglavlju 6.12.3 Matrice rizika.

3.14.2.3. *Vjerojatnost događaja*

Vjerojatnost, odnosno frekvencija pojave "događaja s najgorim mogućim posljedicama" ocijenjena je na osnovi statističkih podataka o radiološkim incidentima, nezgodama i nesrećama koje su prikupile IAEA [8] i Znanstveni odbor za učinke ionizirajućeg zračenja Ujedinjenih naroda (UNSCEAR) [17]. Iz tih podataka proizlazi da je u svijetu u periodu od 1960. godine do danas zabilježeno dvadesetak nesreća sličnih "događaju s najgorim mogućim posljedicama". Misli se na nesreće u kojima je došlo do gubitka visokoaktivnog izvora i do izlaganja zračenju sa smrtnim posljedicama. Dakle, prosječno se pojavljivao po jedan takav događaj svake tri godine. Nadalje, IAEA daje informaciju da je u svijetu u primjeni oko 20.000 izvora iz najopasnijih kategorija [18]. Misli se na 1. i 2. kategoriju, odnosno na izvore koji se koriste u radioterapiji, industrijskoj radiografiji i za ozračivanje. Prema podacima Ministarstva unutarnjih poslova u Hrvatskoj je takvih izvora 16 [19]. Na temelju učestalosti pojavljivanja nesreća u svijetu (jedna u tri godine), ukupnog broja izvora kategorije 1 i 2 u svijetu (20.000) i broja takvih izvora u Hrvatskoj (16), frekvencija "događaja s najgorim mogućim posljedicama" za Hrvatsku se procjenjuje na jedan u 3.750 godina. Ova gruba procjena vrijedi uz pretpostavku da su hrvatski sigurnosni standardi, kada je u pitanju područje radiološke sigurnosti, na razini svjetskog prosjeka. Dobivena frekvencija ulazi u kategoriju "iznimno male" (tablica 6.12.-14.).

Tablica 6.12.-14. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.14.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

Metodologija

Gledajući globalno, izvanredni događaji s radioaktivnim izvorima nisu rijetki. U svijetu se incidenti i nezgode s izvorima događaju na dnevnoj, a nesreće na mjesečnoj bazi. Najteže nesreće, one s ljudskim žrtvama, pojavljuju se svakih nekoliko godina. Zbog svega navedenog, o izvanrednom događajima s radioaktivnim izvorima je do sada stvorena solidna baza znanja, pa je na prikupljenim znanjima i iskustvima moguće temeljiti procjene posljedica, frekvencija i rizika.

Scenarij "najvjerojatnijeg događaja" je razvijen uvažavajući aktualno stanje s radioaktivnim gromobranima u Republici Hrvatskoj, kao i dosad zabilježene incidente. Scenarij "događaja s najgorim mogućim posljedicama" je osmišljen na podlozi teških nesreća zabilježenih u svijetu, a najviše sličnosti ima s nesrećom u Goianiji. U oba slučaja je pretpostavljen odgovor na izvanredni događaj u skladu s postojećim planovima i praksom. Karakteristike radioaktivnih izvora koji se u dva scenarija pojavljuju definirane su prema karakteristikama stvarnih izvora koji su u primjeni u Hrvatskoj.

Posljedice "najvjerojatnijeg događaja" i "događaja s najgorim mogućim posljedicama" procijenjene su prema posljedicama sličnih događaja zabilježenih u svijetu, uz uvažavanje razlika između stvarnih događaja i zamišljenih scenarija. U procjeni posljedica su osnovni izvor podataka bile publikacije IAEA u kojima se opisuju nesreće u mjestima Gilan (Iran) [13], Lia (Gruzija) [20], Cochabamba (Bolivija) [14], Nueva Aldea (Čile) [21], Istanbul (Turska) [24], Goiania (Brazil) [15], Samut Prakarn (Tajland) [22], Yanango (Peru) [23] i Lilo (Gruzija) [25].

Frekvencija "najvjerojatnijeg događaja" je procijenjena prema učestalosti pojave incidenata s radioaktivnim gromobranima u Hrvatskoj. Nužne podatke su osigurali inspektori za radiološku i nuklearnu sigurnost Ministarstva unutarnjih poslova. Frekvencija "događaja s najgorim mogućim posljedicama" procijenjena je na osnovi učestalosti teških nesreća s visokoaktivnim izvorima u svijetu, te odnosa broja takvih izvora u svijetu i u Hrvatskoj. U utvrđivanju učestalosti teških nesreća s visokoaktivnim izvorima u svijetu korištene su baze IAEA [8] i Znanstvenog odbora za učinke ionizirajućeg zračenja Ujedinjenih naroda (UNSCEAR) [17]. Broj izvora kategorije 1 i 2 u svijetu preuzet je od IAEA [18], dok je broj takvih izvora u Hrvatskoj utvrđen prema podacima iz baze Ravnateljstva civilne zaštite Ministarstva unutarnjih poslova [19]

Nepouzdanost

Izvori nepouzdanosti provedene procjene rizika su brojni, pa je nepouzdanost dobivenih rezultata nesumnjivo znatna. Kako bi se to naglasilo, dobar dio rezultata je iskazan okvirno (desetci osoba, nekoliko tisuća kvadratnih metara, nekoliko milijuna kuna, ...). Valja još jednom naglasiti da se radiološki incidenti, nezgode i lakše nesreće pojavljuju relativno često, pa za takve događaje postoji solidna baza statističkih podataka. Teške nesreće se pojavljuju bitno rjeđe, pa su iskustva ograničena. To se odražava na razinu nepouzdanosti procjene, i to na način da je nepouzdanost za "najvjerojatniji

događaj" bitno niža od one za "događaj s najgorim mogućim posljedicama". S obzirom na to da se daje zajednička ocjena razine nepouzdanosti za oba analizirana događaja, ona se, prema nepovoljnijem slučaju, ocjenjuje "visokom". Vjeruje se da su unatoč prisutnoj nepouzdanosti u većini slučajeva ispravno odabrane kategorije posljedica i frekvencija u tablicama i matricama.

Tablica 6.12.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**			
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	**X**		

3.14.4. POPIS LITERATURE

[1] Izvješće o zaštiti od ionizirajućeg zračenja i nuklearnoj sigurnosti u Republici Hrvatskoj za razdoblje 2016. - 2017., Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost, 2018.
[2] Koncepti odaziva na pojedine vrste radioloških izvanrednih događaja, ENCONET, 2015.
[3] Categorization of Radioactive Sources, TECDOC 1344, IAEA, 2003.
[4] Disposal Options for Disused Radioactive Sources, Technical Report Series no. 436, IAEA, 2005.
[5] Pravilnik o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s izvorima ionizirajućeg zračenja, NN 53/18
[6] Koncepti odaziva na pojedine vrste radioloških izvanrednih događaja, ENCONET, 2016.
[7] Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, General Safety Requirements Part 7, IAEA, 2015.
[8] Lessons Learned from the Response to Radiation Emergencies (1945 – 2010), EPR – Lesons Learned, IAEA, 2012.
[9] IAEA, USIE, https://iec.iaea.org/usie/Actual/Restricted/EventsView.aspx
[10]Lessons Learned from Accidents in Industrial Radiography, IAEA, 1998.
[11]Planning and Preparing for Emergency Response to Transport Accidents Involving Radioactive Material, TS-G-1.2 (ST-3), IAEA, 2002.
[12]Radiation Safety in Industrial Radiography, SSG-11, IAEA, 2011.
[13]The Radiological Accident in Gilan, IAEA, 2002.
[14]The Radiological Accident in Cochabamba, IAEA, 2004.
[15]The Radiological Accident in Goiania, IAEA, 1988.
[16]Revisiting Goiania: Toward a Final Repository for Radioactive Waste, dostupno na: https://www.nrc.gov/docs/ML1100/ML110030911.pdf (provjereno 30. lipnja 2018.)
[17]Sources and Effects of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2008 Report to General Assembly with SCientific Annexes, II Effects, ANnex C, Radioation Exposures in Accidents, UNSCEAR, 2011.
[18]Inadequate Control of World's Radioactive Sources, dostupno na: https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/inadequate-control-worlds-radioactive-sources (provjereno 30. lipnja 2018.)
[19]Lokacije opasnih izvora na teritoriju Republike Hrvatske, dostupno na: http://cms.dzrns.hr/_download/repository/Lokacije_opasnih_izvora_u_RH_-_rujan_2017_1.pdf (provjereno 30. lipnja 2018.)
[20]The Radiological Accident in Lia, Georgia, IAEA, 2014.
[21]The Radiological Accident in Nueva Aldea, IAEA, 2009.
[22]The Radiological Accident in Samut Prakarn, IAEA, 2002.
[23]The Radiological Accident in Yanango, IAEA, 2000.
[24]The Radiological Accident in Istanbul, IAEA, 2000.
[25]The Radiological Accident in Lilo, IAEA, 2000.
[26]Konvencija o ranom izvješćivanju o nuklearnoj nesreći (NN MU br. 12/93 i tekst u NN, MU 1/06)
[27]Konvencija o pomoći u slučaju nuklearne nesreće ili radiološke opasnosti (NN MU 12/93, tekst u NN MU 1/2006)

[28]Sporazum između Republike Hrvatske i Republike Slovenije o pravodobnoj razmjeni informacija u slučaju radiološke opasnosti (NN MU 9/98 i NN MU 3/2000)
[29]Sporazum između Vlade Republike Hrvatske i Vlade Republike Mađarske o pravodobnoj razmjeni informacija u slučaju radiološke opasnosti (NN MU 11/99)
[30]Protokol o načinu komunikacije između Državne regulativne agencije za radijacijsku i nuklearnu sigurnost Bosne i Hercegovine i Državnog Zavoda za radiološku i nuklearnu sigurnost Republike Hrvatske (9. srpanj 2013.)

3.15. *Klizišta*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, za ovaj je rizik izrađena nova procjena sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne za razdoblje od 2018.-2021. godine.

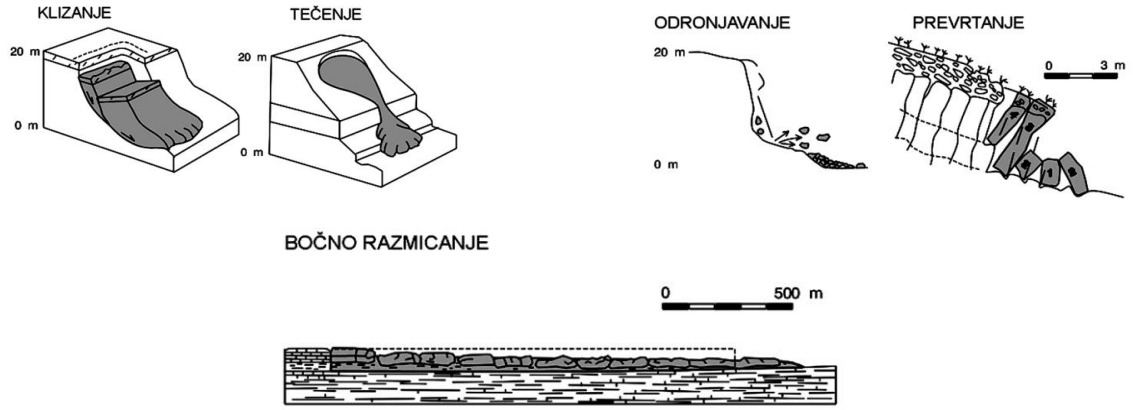
3.15.1. OPIS SCENARIJA

3.15.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Pojava masovnih klizišta
Grupa rizika:
Degradacija tla
Rizik:
Klizišta
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja
Glavni nositelj:
Ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja
Glavni izvršitelj:
Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Katedra za inženjersku geologiju Državni hidrometeorološki zavod Građevinski fakultet Sveučilišta u Rijeci, Katedra za geotehniku

3.15.1.2. *Uvod*

Prema općoj definiciji, klizanje je gibanje mase tla ili stijena niz padinu pod utjecajem gravitacije (Cruden, 1991). Dearman (1991) klizanje ubraja u skupinu aktivnih geomorfoloških procesa, uz



ostale recentne egzogene ili površinske geološke procese. Pod pojmom klizanje (u širem smislu) podrazumijeva se pet mehanizama gibanja (Varnes, 1978; Cruden and Varnes, 1996) Slika 6.15.-1. Tipovi klizišta prema mehanizmu gibanja (Cruden i Varnes, 1996).

prikazanih na slici 6.15.-1: (i) odronjavanje (eng. falling), (ii) prevrtanje (eng. toppling), (iii) klizanje (u užem smislu) (eng. sliding), (iv) tečenje (eng. flowing) i (v) bočno razmicanje ili širenje (eng. spreading). Klizište je pojava koja nastaje procesom klizanja. Tip klizišta određuje se s obzirom na mehanizam gibanja i pokrenuti materijal, a uvjetuje potencijalnu brzinu gibanja, volumen pokrenute mase, duljinu transporta pokrenute mase, kao i mogući nepovoljan utjecaj klizanja i odgovarajuće mjere ublažavanja opasnosti i ugroženosti. U okviru procjene rizika od klizišta analizirani su samo procesi klizanja i tečenja. U tablicama 6.15.-.1, -2. i -3. daje se pregled vrsta klizišta s obzirom na dubinu klizišta, volumen pokrenute mase i brzinu gibanja klizišta, prema opće prihvaćenim svjetskim klasifikacijama.

Tablica 6.15.-1. Terminologija za opis dubine klizišta (IPL, 2013).

Klasa	Dubina klizišta (m)	Opis
7	≥ 500	ekstremno duboko
6	100 – 500	vrlo duboko
5	50 – 100	duboko
4	20 – 50	duboko – srednje duboko
3	5 – 20	srednje plitko
2	1 – 5	plitko
1	≤ 1	površinsko

Tablica 1.2. Terminologija za opis površina klizišta (van Schalkwyk i Thomas, 1991).

Klasa	Površina klizišta (m^2)	Opis
1	0,01 - 10	vrlo mala
2	10,01 – 1.000	mala
3	1.000,01 – 100.000	srednje velika
4	100.000,01 – 1.000.000	velika
5	> 1.000.000	vrlo velika

Tablica 6.15.-3. Terminologija za opis brzine klizišta (Hungr, 1981; WP/WLI, 1995).

Klasa	Brzina gibanja			Mjere ublažavanja opasnosti
	mm/s	različite jedinice	Opis	
7	5×10^{3} ili više	5 m/s ili veća	ekstremno brzo	nije moguća primjena
6	$5\times10^{1} \sim 5\times10^{3}$	3 m/min ~5 m/s	vrlo brzo	
5	$5\times10^{-1} \sim 5\times10^{1}$	1,8 m/h ~ 3 m/min	brzo	evakuacija stanovništva
4	$5\times10^{-3} \sim 5\times10^{-1}$	13 m/mjesec ~1,8 m/h	srednje brzo	
3	$5\times10^{-5} \sim 5\times10^{-3}$	1,6 m/god ~13 m/mjesec	sporo	održavanje klizišta mjerama stabilizacije i sanacije
2	$5\times10^{-7} \sim 5\times10^{-5}$	16 mm/god ~1,6 m/god	vrlo sporo	
1	5×10^{-7} ili manje	16 mm/god ili manje	ekstremno sporo	ne primjenjuje se

Do klizanja i tečenja uglavnom dolazi na nagnutim terenima, tzv. padinama ili kosinama, pri čemu su dovoljni vrlo mali nagibi padina da bi se dogodilo gravitacijsko gibanje masa tla ili stijena. Učestalost opasnosti od pokrenutih klizišta ovisi o učestalosti i intenzitetu događaja koji ih pokreću, kao što su oborine (intenzivna oborina, topljenje snježnog pokrivača), seizmička aktivnost (potres), vulkanska aktivnost i ljudski zahvati (npr. zasijecanje ili opterećenje kosina i dr.). Osim toga, važan prirodni preduvjet za nastanak klizišta je i vrsta stijena i tala koje izgrađuju određeno područje. Usprkos tome što djelomično mogu biti uzrokovana ljudskim djelatnostima, klizišta se smatraju prirodnim prijetnjama (prirodnim hazardima ili geohazardima), jer su to prvenstveno prirodni procesi koji najčešće uzrokuju štete na materijalnim dobrima, a mogu izazvati i gubitke ljudskih života.

Prirodne opasnosti, kao što su poplave, potresi, vulkanske erupcije i klizanja, mogu se događati i istovremeno, ili jedna vrsta procesa može prouzročiti druge. I u slučaju kada nisu katastrofalna, klizanje i tečenje predstavlja veliki problem gotovo u svim dijelovima svijeta jer uzrokuju ekonomske i/ili socijalne gubitke, izravne ili neizravne, na privatnim i/ili javnim dobrima (Highland i Bobrowky, 2008). Izravne štete nastaju u trenutku aktiviranja klizišta, oštećivanjem pokretne i nepokretne imovine i ljudskim gubicima (smrt ili povreda) unutar granica prostiranja klizišta. Neizravne štete se iskazuju i kroz dulje vremensko razdoblje: umanjivanjem vrijednosti nekretnina u ugroženim područjima, gubitkom produktivnosti zbog oštećenja na dobrima ili prekida prometa, smanjenjem produktivnosti prouzročenom smrću ljudi, ozljedama ili psihološkim traumama i, konačno, troškovima sanacije šteta.

3.15.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

Klizišta su lokalna pojava budući da površina klizišta u Republici Hrvatskoj varira u rasponu od nekoliko desetaka kvadratnih metara do približno nekoliko desetaka tisuća kvadratnih metara, odnosno do maksimalno nekoliko hektara. Gotovo sva klizišta u Hrvatskoj pripadaju skupinama vrlo malih do srednje velikih klizišta (tablica 6.15.-2.), s izuzetkom klizišta Kostanjek (Podsused, Zagreb) koje je veliko klizište (površine oko 100 ha). Aktiviranje jednog klizišta stoga će izravno oštetiti ili potpuno uništiti određenu dionicu linijske infrastrukture (prometne, komunalne i druge) u približnoj duljini od nekoliko desetaka do nekoliko stotina metara. Također, aktiviranje klizišta može izravno oštetiti ili potpuno uništiti sve druge tipove građevina koje se nalaze na području klizišta, neovisno o vrsti građevine ili njihovoj namjeni. Teoretski, klizišta mogu uzrokovati nastanak štete na svim građevinama i vezano za gotovo sve vrste aktivnosti koje pripadaju sektorima kritične infrastrukture, pod uvjetom da se one nalaze ili odvijaju na području klizišta. S obzirom da je najčešći slučaj da klizišta ugrožavaju cestovni ili željeznički promet, ovaj sektor je istaknut kao najugroženiji.

Utjecaj	Sektor
	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
	nacionalni spomenici i vrijednosti.

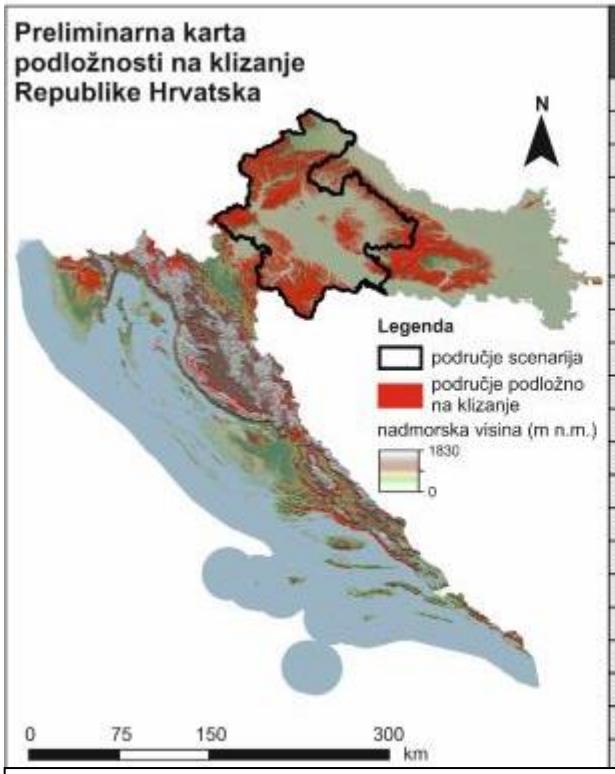
Budući da klizišta uzrokuju oštećivanja građevina, neizravne posljedice nastaju tijekom cijelog vremena, sve do trenutka kada građevina i klizište nisu sanirani. Recentni primjer štete na kritičnoj infrastrukturi, nastao je uslijed nemogućnosti djelovanja javnih službi zaštite i spašavanje tijekom požara u Psihijatrijskoj bolnici Lopača u kolovozu 2018. godine[1], kada vatrogasci nisu mogli

[1] https://www.vecernji.hr/vijesti/predsjednica-telefonski-razgovarala-s-ravnateljem-psihijatrijske-bolnice-lopaca-1264605

intervenirati na vrijeme zbog prekinutog prometovanja cestom oštećenom klizištem u veljači 2014. godine. Isto klizište također izravno ugrožava i akumulaciju i branu Valići u zaleđu grada Rijeke.

3.15.1.4. *Kontekst*

Identifikacija opasnosti od klizanja, ili hazarda klizanja, na području Republike Hrvatske provedena je procjenom prostorne vjerojatnosti klizanja, tzv. podložnosti na klizanje na temelju podataka o reljefu i o vrstama stijena/tala. Na slici 6.15.-2.a prikazana je prostorna distribucija podložnosti na klizanje u Republici Hrvatskoj iz koje proizlazi da je najveća učestalost prirodnih geomorfoloških i geoloških uvjeta za nastanak klizišta prisutna u području kontinentalne Hrvatske, odnosno Panonskog bazena. S obzirom na relativni udio područja na kojima je moguć nastanak klizišta u odnosu na površinu županije, najveći udio ima Krapinsko-zagorska županija u kojoj je 67,9% područja podložno klizanju.



BR.	ŽUPANIJA	POVRŠINA ŽUPANIJE	POVRŠINA PODRUČJA PODLOŽNOG NA KLIZANJE	
			(km²)	(%)
1	KRAPINSKO-ZAGORSKA	1230,6	836,0	67,9%
2	POŽEŠKO-SLAVONSKA	1823,4	1009,3	55,4%
3	VARAŽDINSKA	1261,4	516,4	40,9%
4	SISAČKO-MOSLAVAČKA	4468,0	1804,0	40,4%
5	GRAD ZAGREB	640,4	223,8	34,9%
6	BJELOVARSKO-BILOGORSKA	2640,3	899,7	34,1%
7	ZAGREBAČKA	3062,4	850,0	27,8%
8	VIROVITIČKO-PODRAVSKA	2024,1	560,5	27,7%
9	KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	1748,4	451,1	25,8%
10	BRODSKO-POSAVSKA	2029,4	523,5	25,8%
11	KARLOVAČKA	3622,9	744,8	20,6%
12	MEĐIMURSKA	729,8	70,1	9,6%
13	OSJEČKO-BARANJSKA	4156,3	333,7	8,0%
14	ISTARSKA	6488,2	482,3	7,4%
15	LIČKO-SENJSKA	6003,0	341,3	5,7%
16	PRIMORSKO-GORANSKA	7841,2	444,7	5,7%
17	ZADARSKA	7539,1	185,6	2,5%
18	SPLITSKO-DALMATINSKA	13555,2	325,7	2,4%
19	ŠIBENSKO-KNINSKA	5669,7	130,5	2,3%
20	VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	2452,7	44,0	1,8%
21	DUBROVAČKO-NERETVANSKA	9264,5	118,9	1,3%

A – prostorna distribucija B – podaci po županijama

Slika 6.15-.2. – Preliminarna karta podložnosti na klizanje Republike Hrvatske.

Podaci za ostale županije su navedeni na slici 6.15.-2.b, idući od većih udjela područja podložnih klizanju prema manjima. Osim relativnih udjela, za procjenu ukupne opasnosti na klizanje po županijama, relevantna je i veličina područja podložnog klizanju. Najveća površina na kojoj mogu nastati klizišta je u Sisačko-moslavačkoj županiji, a iznosi 1.804 km^2. Za usporedbu, najmanja površina područja podložnih klizanju je u Vukovarsko-srijemskoj županiji i iznosi oko 44 km^2. Podaci za sve ostale županije navedeni su na slici 6.15.-2.b. Na temelju ove karte podložnosti klizanju proizlazi da na približno 20% površine Republike Hrvatske postoji mogućnost za nastanak klizišta s obzirom na geološke uvjete (vrsta stijena/tala) i na geomorfološke uvjete (nagib padina).

Uz geološke i geomorfološke preduvjete za klizanje, na podložnost na klizanje također utječu i meteorološki uvjeti. Na osnovi povijesnih podataka, unutar područja Panonskog bazena izdvaja se područje sjeverozapadne Hrvatske, koje je višestruko iskusilo masovne pojave klizišta unatrag posljednjih 12 godina. Na području SZ Hrvatske nalazi se šest županija, Krapinsko-zagorska županija, Varaždinska županija, Grad Zagreb, Zagrebačka županija, Koprivničko-križevačka županija i Međimurska županija, ukupne približne površine od 10.500 km^2. Na ovom području živi oko 1.659.169 stanovnika (oko 40% populacije Hrvatske) i to u 34 grada i 132 općine. S obzirom na geomorfološki i geotektonski položaj, SZ Hrvatska je dio Panonskog bazena u kojemu su prisutni sljedeći tipovi reljefa: niske planine i gore (>300 m n.m.) Hrvatskog Zagorja, Kalnik, Medvednica, Žumberak (oko 11% područja); brda i brežuljci (150-300 m n.m; oko 44% područja); kao i nizine (<150 m n.m), odnosno riječne ravnice rijeke Drave, Save i Kupe (oko 45% područja). Klima u SZ Hrvatskoj je umjerena kontinentalna s blagim maritimnim utjecajem sa Sredozemlja. Sljedeći modifikator klime je orografija koja može dovesti do intenzifikacije kratkotrajnih jakih oborina na navjetrinskoj strani prepreke ili stvaranja oborinske sjene u zavjetrini (Zaninović i dr., 2008). Tako su najveće količine oborine izmjerene u Zagorju, na području Medvednice, Kalnika, Žumberačkog i Samoborskog gorja (1 000 do 1 500 mm). Sličan orografski učinak vidi se i u nizinskom području istočno od Kalnika. Kontinentalni tip klime s maritimnim utjecajem očituje se i u prevladavajućem oborinskom režimu. Prema podacima meteoroloških postaja Varaždin i Zagreb-Grič, srednja godišnja količina oborine za referentno klimatološko razdoblje 1981.-2010. (WMO, 2017) iznosi 832 mm odnosno 870 mm. Najveće količine oborine javljaju se ljeti (oko 265 mm) i u jesen (od 244 mm do 255 mm), a najmanje zimi (139 mm do 158 mm). Proljetne količine oborine kreću se u rasponu od 184 mm do 190 mm.

Klizišta su česta pojava u brdovitim područjima u SZ Hrvatskoj, a nastaju kao posljedica geomorfoloških, geoloških i klimatskih uvjeta uz značajan utjecaj ljudskih djelatnosti vezanih za promjenu namjene zemljišta (krčenje šuma), poljoprivrednu djelatnost i gradnju. Najveći dio područja podložnog klizanju u SZ Hrvatskoj izgrađen je od inženjerskih tala i mekih stijena (uglavnom lapora) pleistocenske i neogenske starosti. Budući da su na tom području uglavnom smještena sva naselja i odvija se najveći dio antropogenih djelatnosti, ovime je zadovoljena većina preduvjeta za nastanak klizišta. Manji dio područja, niske planine i gore, izgrađene su uglavnom od pred-neogenskih stijena (karbonata, mjestimično klasitita i vulkanoklastita, metamorfnih i magmatskih stijena), uglavnom nisu naseljene, a prekrivene su šumskom vegetacijom.

Područje brda i brežuljaka u SZ Hrvatskoj podložno je nastanku vrlo malih do srednje malih (<10^5 m^3) površinskih do srednje plitkih (<20 m) klizišta, uglavnom u tlu (Bernat Gazibara i dr., 2017b). Usprkos malom volumenu, klizišta u tlu uzrokuju značajne štete na zgradama, infrastrukturi i nasadima zbog velike gustoće ovih pojava. Na primjer, Bernat Gazibara i dr. (2017a) identificirala je 702 klizišta koja ugrožavaju materijalna dobra (pokretna i nepokretna) na području površine 21 km^2 u brdovitom području u Gradu Zagrebu. Glavni pokretač klizišta su oborine i snijeg (Bernat Gazibara i dr., 2017b).

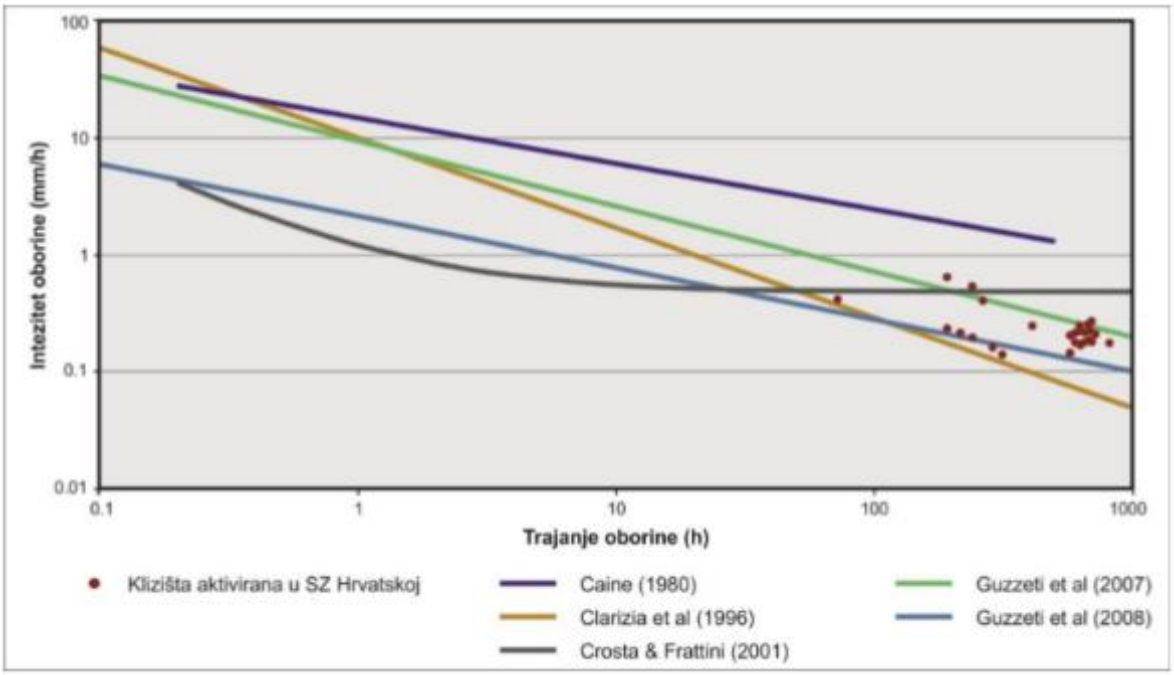
3.15.1.5. *Uzrok*

Identifikacija opasnosti od klizanja, ili hazarda klizanja, na području SZ Hrvatske također je provedena procjenom vremenske vjerojatnosti klizanja, na osnovi analize oborinskih događaja koji su prouzročili nastanak masovnih klizišta na ovom području. Za potrebe ove analize izrađen je katalog oborinskih događaja i događaja klizanja, na temelju podataka iz novina, s web portala, informacija dobivenih od Državne uprave za zaštitu i spašavanje (DUZS) i iz tehničkih izvještaja o istraživanju klizišta (Bernat Gazibara i dr., 2017b). Katalog sadrži 66 oborinskih događaja koji su se dogodili u razdoblju od lipnja 2006. godine do listopada 2014. godine. Na osnovi analize prostorne rasprostranjenosti pokrenutih klizišta, identificirano je ukupno 85 oborinskih uvjeta koji su prouzročili klizišta na području SZ Hrvatske, od kojih je najveći broj oborinskih događaja identificiran na temelju prikupljenih podataka u Krapinsko-zagorskoj županiji, Varaždinskoj županiji i u Gradu Zagreb, zahvaljujući dostupnim evidencijama o aktiviranim klizištima.

Za utvrđivanje oborinskih uvjeta svakog oborinskog događaja, odabrana je reprezentativna meteorološka postaja, odnosno kišomjer, ovisno o položaju klizišta i to na osnovi geografske udaljenosti od klizišta, nadmorske visine kišomjerne stanice i lokacije kišomjera s obzirom na geomorfološke uvjete. Maksimalna udaljenost između kišomjera i klizišta je bila oko 15 km. Podaci o dnevnim količinama oborine dobiveni su od Državnog hidrometeorološkog zavoda Hrvatske (DHMZ), a uključivali su i podatke snijega. U skladu s uvriježenom praksom rada s klimatskim podacima, dnevni podaci količine oborine odnose se na razdoblje 24 sata prije 7 sati ujutro na dan zapisa. Zbog toga se 70% vremena jednog zapisa za određeni dan odnosi na prethodni dan, što treba uzeti u obzir prilikom definiranja granične vrijednosti oborine koja je pokrenula klizište. Mreža meteoroloških postaja na istraživanom području sastoji se od 88 postaja čija je prosječna gustoća oko 8 postaja na 1.000 km^2. Za rekonstrukciju svih oborinskih događaja iz kataloga, korišteni su zapisi dnevnih količina oborine s 19 postaja, od kojih meteorološka postaja Zagreb-Grič ima najdulje razdoblje mjerenja (od 1862. godine).

Na osnovi podataka iz kataloga za SZ Hrvatsku o prošlim oborinskim događajima koji su aktivirali klizišta moguće je definirati empirijsku graničnu vrijednost srednjeg intenziteta i trajanja (ID) za kišne događaje koji su pokrenuli klizišta (Bernat Gazibara i dr., 2017b). Pri tome su oborinski događaji ograničeni s razdobljima bez kiše u trajanju od najmanje četiri dana tijekom kasne jeseni i zime (listopad-travanj) i dva dana za preostalo razdoblje od svibnja do rujna (Melillo i dr., 2015). Na slici

6.15.-3 prikazane su sve ID vrijednosti identificiranih oborinskih događaja iz kataloga SZ Hrvatske i uspoređene su s globalnim i nacionalnim kišnim događajima svjetskih istraživača (Caine, 1980; Clarizia i dr., 1996; Crosta i Frattini, 2001; Guzzetti i dr., 2007, 2008). Na osnovi 85 oborinskih događaja bilo je moguće identificirati 73 događaja koja su rezultirala masovnim klizištima. Raspon trajanja oborinskog događaja je 24<D<984 h (1-41 dan), a raspon kumulativne oborine koja rezultira klizištima je 29.5<E<400.5 mm. Analizirani oborinski događaji uglavnom su se događali tijekom jesenskih i zimskih mjeseci.



Slika 6.15.-3. – Usporedba oborinskih događaja (definiranih ID uvjetima) koji su prouzročili masovno aktiviranje klizišta u Republici Hrvatskoj u zimi 2012./2013. godine s publiciranim regionalnim i globalnim ID graničnim vrijednostima (modificirano prema Bernat Gazibara i dr., 2017a).

3.15.2. DOGAĐAJ

Godišnja količina u SZ Hrvatskoj varira u rasponu od 550 mm di 1.100 mm. Na meteorološkoj postaji Zagreb-Grič, u razdoblju 2006.2014., godišnje količine oborine za 2010., 2013. i 2014. godinu bile su 20-40% veće od višegodišnjeg prosjeka (883,6 mm).
U razdoblju tijekom zime 2012./2013. i proljeća 2013. godine u SZ Hrvatskoj je registrirano oko 900 klizišta pokrenutih ekstremnim oborinama (Bernat i dr. 2014b), što je do danas najveći broj klizišta nastao u jednoj sezoni zbog čega je ovaj događaj odabran kao događaj s najgorim mogućim posljedicama. Ovo potvrđuju i preliminarne analize podataka o oborinama koje su pokazale da su tijekom siječnja, veljače i ožujka 2013-godine mjesečne količine oborina bile dva do tri puta veće od povijesnih pripadnih prosječnih mjesečnih količina (iz razdoblja 1862.2014.). Osim toga, kumulativne tromjesečne količine oborine u 2013. godini imaju najviše vrijednosti u posljednjih 150 godina (Bernat i dr 2014a,b).
Također, na području kontinentalne Hrvatske u ožujku 2018. godine na RGN fakultetu je registrirano aktiviranje oko 100 klizišta kao posljedica ekstremnog oborinskog događaja. Preliminarne procjene kumulativne mjesečne kkoličine oborine za veljaču 2018. godine pokazale su da su tri puta veće nego pripadne prosječne mjesečne količine oborine u razdoblju 1981.-2010. (prema podacima za meteorološke postaje Karlovac i Bednja). Prema povijesnim podacima s meteorološke postaje Karlovac, preliminarne analize tromjesečne količine oborine za razdoblje prosinac-veljača 2017./2018. pokazale su da je ovo druga najviša vrijednost tromjesečne oborine za iste mjesece dosegnuta u posljednjih 18 godina. Zbog toga je ovaj događaj izabran kao najvjerojatniji neželjeni događaj.
Za potrebe izrade procjene rizika od klizišta provedena je analiza oborinskih uvjeta za dva događaja, najvjerojatniji neželjeni događaj i događaj s najgorim mogućim posljedicama, prema raspoloživim datumima pojave klizišta. Ocjena oborinskih prilika provedena je pomoću standardiziranog oborinskog indeksa (SPI, engl. Standardized Precipitation Index) koji omogućava praćenje procjena kratkoročne i dugoročne zalihe vode jer se može izračunati za različite vremenske skale (od nekoliko dana do više uzastopnih mjeseci). Taj indeks su razvili McKee i dr. (1993) prvenstveno za potrebe praćenja suše, ali se koristi općenito za praćenje i ocjenu oborinskih prilika u nacionalnim meteorološkim službama, pa tako i u Državnom hidrometeorloškom zavodu (DHMZ, www.meteo.hr). Za proračun standardiziranog oborinskog indeksa koriste se samo podaci o količini oborine na određenoj lokaciji iz dugogodišnjeg razdoblja. Razdiobi čestina oborine na različitim vremenskim skalama prilagođava se gamma funkcija gustoće vjerojatnosti. Time je određena kumulativna funkcija vjerojatnosti razdiobe količina oborine što omogućuje određivanje vjerojatnosti pojavljivanja oborine manje ili jednake određenoj vrijednosti (percentila). Ta razdioba kumulativnih vjerojatnosti se potom transformira u normalnu razdiobu sa srednjakom nula i standardnom devijacijom jedan, a dobivena vrijednost predstavlja standardizirani oborinski indeks (Cindrić i dr., 2012). Negativne vrijednosti SPI označavaju količine oborine manje od medijana, tj. ukazuju na sušnije prilike, dok pozitivne vrijednosti ukazuju na kišnije prilike. U tablici 6.15.-1. nalazi se klasifikacijska skala za SPI vrijednosti.

Tablica 2.1. Klasifikacijska skala za vrijednosti SPI (McKee i dr., 1993).

Vrijednosti SPI	Klasa
≥ 2	ekstremno kišno
1.5 do 1.99	vrlo kišno
1.0 do 1.49	umjereno kišno
-0.99 do 0.99	u granicama normale
-1.0 do –1.49	umjereno suho
-1.5 do –1.99	vrlo suho
≤ -2	ekstremno suho

Za svaki pojedini događaj izračunate su vrijednosti SPI za vremenske skale od 10 do 100 dana (od datuma pojave klizišta) na meteorološkim postajama najbližim lokaciji pojave klizišta. Na taj način su najprije utvrđene moguće kritične vremenske skale oborinskog događaja relevantnog za pojavu klizišta. Za procjene parametara teorijske razdiobe korišten je referentni klimatološki niz 1981.-2010. Potom su, za određene kritične vremenske skale, pripremljeni dijagrami normalne razdiobe (engl. Normal Probability Plot) za testiranje prilagodbe teorijske razdiobe te utvrđivanje vjerojatnosti pojavljivanja pojedinog događaja.

Pri određivanju posljedica od aktiviranja klizišta potrebno je odrediti vrste štete i koliki je gubitak za ljude ili dobra. Na slikama 6.15.-1. – 6.15.-6. prikazano je nekoliko primjera posljedica klizišta koje su nastale zbog fizičke štete na dobrima. Neke od prikazanih štetnih učinaka klizišta moguće je eliminirati odgovarajućom sanacijom klizišta, a poljoprivredno zemljište (slika 6.15.-1.), cestu (slika 6.15.-3.) i okućnicu s pomoćnim objektima (slika 6.15.-5.) moguće je privesti originalnoj namjeni. U tom slučaju iznos štete odgovara trošku sanacije klizišta, kao i trošku obnove zemljišta, odnosno građevina. U troškove treba uračunati i gubitke nastale tijekom razdoblja u kojemu zemljište ili građevine nisu bile u upotrebi. Drugoj skupini štetnih učinaka klizišta pripadaju oni koje nije moguće eliminirati sanacijom klizišta, bilo da klizište nije moguće sanirati (zbog neisplativosti) ili da je nakon sanacije zemljište ili građevina trajno izgubljena u odnosu za prvobitnu namjenu. Primjeri trajne štete uslijed nastanka klizišta prikazani su za poljoprivredno zemljište/šumu (slika 6.15.-2.), prometnicu (slika 6.15.-4.) i obiteljsku kuću (slika 6.15.-6.). U ovom slučaju iznos štete odgovara trošku napuštanja zemljišta i premještanja aktivnosti na druge lokacije. Osim fizičke štete na dobrima i ekonomskih, socijalnih i okolišnih posljedica, najveće posljedice su gubitci ljudskih života ili ozljeđivanje ljudi. U slučaju ljudi, zdravlje ljudi može biti narušeno fizički, ali i psihički, bilo zbog iznenadnog događaja klizanja ili zbog dugotrajnog života na klizištu kada su izloženi kontinuiranom praćenju gubitka vlastite imovine i strahu za vlastiti život.

Primjer klizišta s velikim posljedicama za ljude i materijalna dobra je srednje veliko klizište u Hrvatskoj Kostajnici (približne površine oko 5 ha) koje je aktivirano u ožujku 2018. godine (slika 6.15.-7.). Za ovo klizište prijavljena je materijalna šteta temeljem gubitka dobara (ceste, zgrade, zemljište, ostala imovina) u približnom iznosu od 6,2 milijuna kuna, a nužni troškovi sanacije klizišta,

kako bi se spriječilo proširivanje klizišta i daljnja devastacija terena, procijenjeni su na dvostruko veće od prijavljene štete.

Slika 6.15.-13. – Štete na njivi koje je izazvalo klizište Zrinska Draga u Općini Dvor 2018. godine.

Slika 6.15.-14. – Štete na obradivim površinama i šumi koje je izazvalo klizište Trstenik u Gradu Zagrebu 13.2.2014.

Slika 6.15.-15. – Štete na prometnici koje je izazvalo klizište u Općini Bednja.

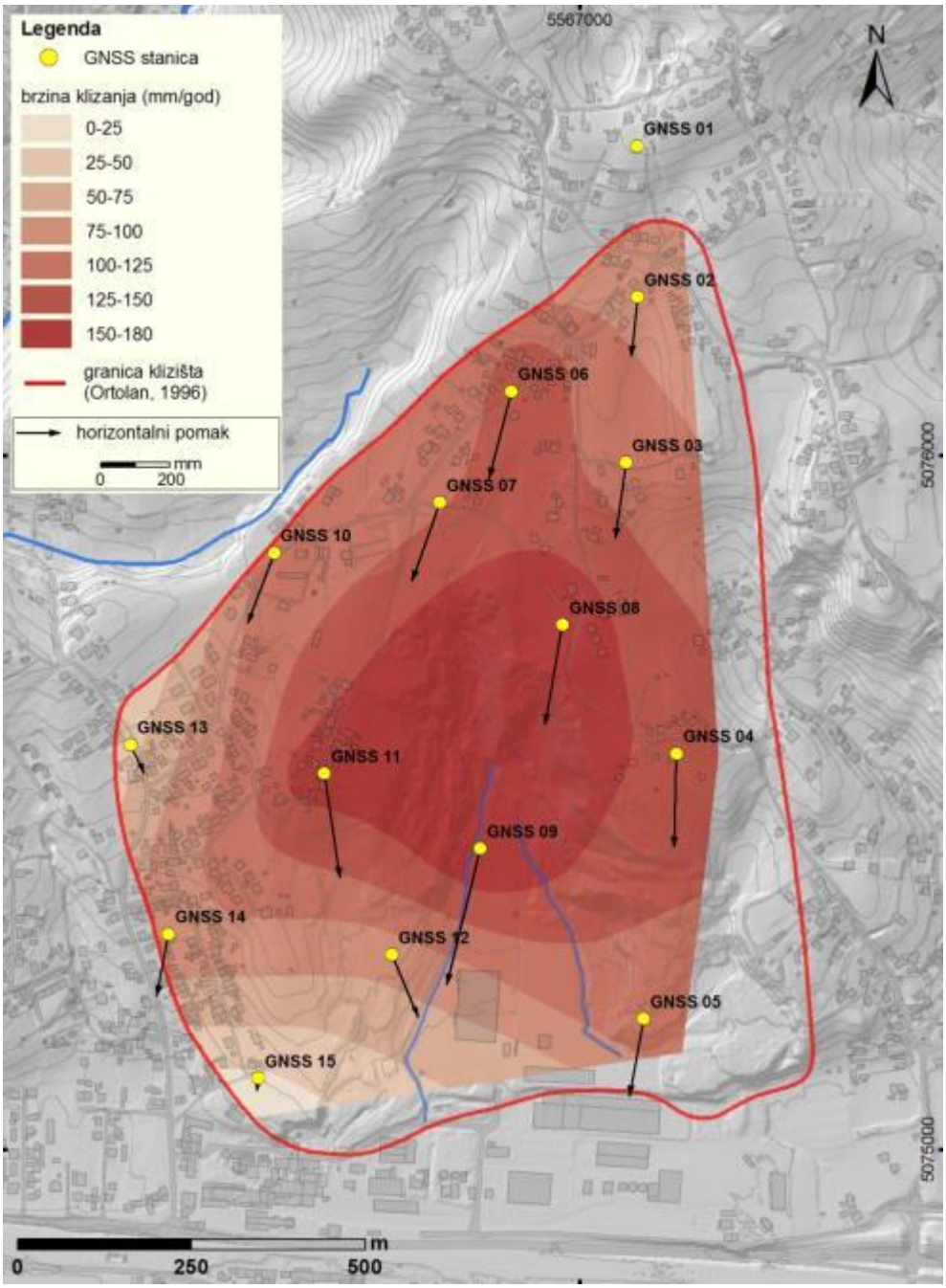
Slika 6.15.-16. – Štete na prometnici koje je izazvalo klizište Valići aktivirano u veljači 2014. godine u Općini Jelenje.

Slika 6.15.-17. – Štete na pomoćnim objektima i na okućnici izazvane aktiviranjem klizišta 2013. godine u Gradu Zagrebu.

Slika 6.15.-18. – Štete na obiteljskoj kući izazvane aktiviranjem klizišta u ulici Grmoščica Desna 2013. godine u Gradu Zagrebu.

Slika 6.15.-19. – Štete na srednje velikom klizištu u Hrvatskoj Kostajnici aktiviranom u ožujku 2018. godine kao posljedica ekstremnih oborina.

Primjer klizišta s izuzetno velikim postojećim i potencijalnim posljedicama za ljude i materijalna dobra je veliko klizište Kostanjek u Zagrebu (približne površine oko 100 ha) koje je aktivirano u 1964. godine (slika 6.15.-.8) kao posljedica rudarskih aktivnosti (Krkač, 2015). Na ovom klizištu smješteno je nekoliko stotina obiteljskih kuća, i nekoliko stotina građevinskih parcela velike ekonomske vrijednosti s obzirom na njihovu lokaciju u Gradu Zagrebu. Budući da je klizište aktivno više od 50 godina (Krkač i dr., 2018), i da je dugoročno izgubljena vrijednost građevinskih zemljišta, uz druga zemljišta, te da više desetljeća nastaju štete na zgradama, prometnoj, komunalnoj i drugoj infrastrukturi, ogromne posljedice ovog klizišta se višestruko povećavaju zbog dugogodišnjeg nepovoljnog djelovanja aktivnog klizišta. Ovome treba dodati različite vrste ekonomskih, socijalnih i okolišnih posljedica, kao i potencijalne katastrofalne posljedice od urušavanja klizišta s ljudskim žrtvama (Mihalić Arbanas i dr., 2018).

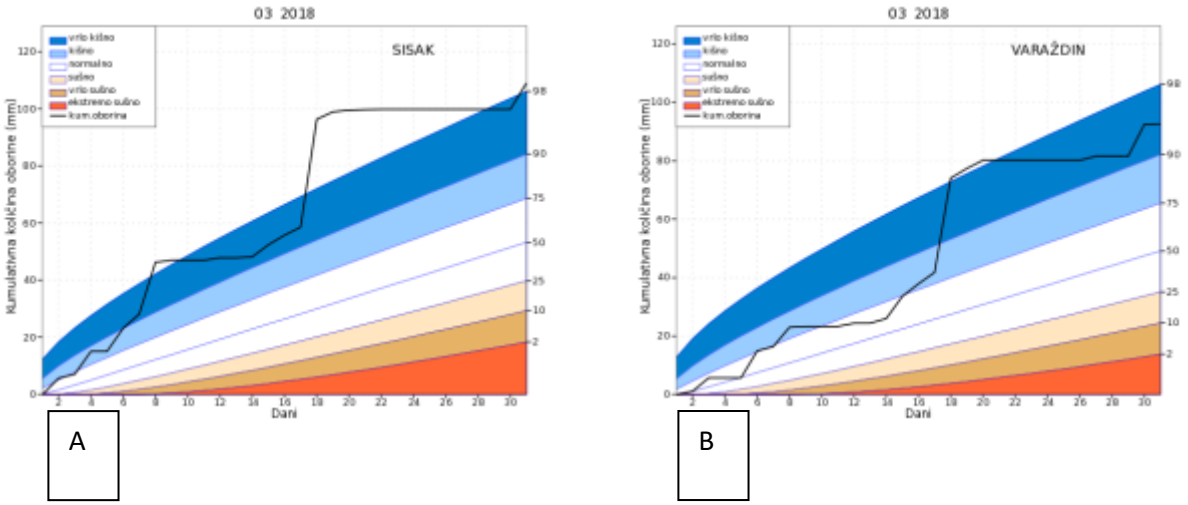


Slika 6.15.-20. – Smjerovi i iznosi kumulativnih horizontalnih pomaka GNSS stanica na klizištu Kostanjek te prosječne brzine gibanja klizišta određene na temelju izmjerenih pomaka (Krkač, 2015) s prikazom zgrada i prometne infrastrukture na području klizišta

3.15.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

U ožujku 2018. godine, na području Sisačko-moslavačke i Varaždinske županije prevladavale su vrlo kišne prilike (1.5 < SPI < 1.99) (DHMZ, 2018). Kumulativna količina oborine zabilježena na postajama

Sisak i Varaždin od 1. do 20. ožujka bila je i ekstremno velika za to razdoblje (slika 6.15.-9.). Najkišovitije je bilo na području Bjelovarsko-bilogorske županije gdje su oborinske prilike ocijenjene ekstremno visokim (SPI ≥ 2). Osim toga, 3 - mjesečna i 6 - mjesečna kumulativna količina oborine (SPI-3 i SPI-6) od početka siječnja 2018., odnosno od listopada 2017. godine, do kraja ožujka 2018. bila je ekstremno velika na postajama Sisak i Bjelovar. Na postaji Varaždin SPI3 i SPI6 ukazuju na prevladavajuće vrlo kišne prilike.



Slika 6.15-.21. – Kumulativna količina oborine (mm) za ožujak 2018. i krivulje teorijskih percentila (2., 10., 25., 50., 75., 90. i 98.) za razdoblje 1961. - 2000 za: (a) meteorološku postaju Sisak; (b) meteorološku postaju Varaždin (www.meteo.hr).

Takve oborinske prilike prouzročile su pokretanje 50-ak klizišta samo na području Sisačko-moslavačke županije koja su se aktivirala 13. ožujka 2018. Stoga je provedena dodatna klimatološka analiza 20 -, 40 - i 100 -dnevne količine oborine koja je prethodila tom datumu, na meteorološkoj postaji Sisak. Naime, prethodnom analizom odabrane su navedene tri vremenske skale kao kritične, jer za njih vrijednosti SPI iznad određenog praga ukazuju na potencijalnu opasnost od pojave/aktivacije klizišta. Rezultati kumulativne količine oborine za 20 dana prije aktivacije klizišta ukazuju na prevladavajuće kišne, a za prethodnih 40 i 100 dana na ekstremno kišne prilike. Izmjerene količine oborine na vremenskim skalama od 40 i 100 dana (177,2 i 362,6 mm) predstavljaju druge po redu najveće izmjerene količine za polovicu ožujka od 1961. godine, dok je 20-dnevna količina (69,7 mm) peta po redu nakon izmjerenog maksimuma iz 2016. (107.4 mm).

3.15.2.1.1. POSLJEDICE

Analiza posljedica najvjerojatnijeg neželjenog događaja provedena je za područje svih šest županija u SZ Hrvatskoj (Krapinsko-zagorska županija, Varaždinska županija, Grad Zagreb, Zagrebačka županija, Koprivničko-križevačka županija i Međimurska županija), uključivo Sisačko-moslavačku i Bjelovarsko-bilogorsku županiju, na osnovi podataka o očekivanom broju klizišta i očekivanom broju

elemenata pod rizikom (ugroženih ljudi, građevina, kritične infrastrukture, obradivih površina i šuma), kao i procijenjene vrijednosti šteta u gospodarstvu (ukupna vrijednost materijalne imovine) i vrijednosti šteta relevantnih za društvenu stabilnost i politiku (vrijednost oštećene kritične infrastrukture, vrijednost šteta/gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja, vrijednost prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana).

Očekivani broj klizišta za najvjerojatniji neželjeni događaj procijenjen je na temelju broja klizišta aktiviranih 2018. godine, prema neobjavljenoj evidenciji RGN fakulteta. Na osnovi broja svih registriranih aktiviranih klizišta procijenjeno je da se tijekom najvjerojatnijeg neželjenog događaja prosječno aktivira 0,37 klizišta po kilometru kvadratnom područja podložnog klizanju. Iz gustoće aktiviranih klizišta procijenjen je očekivani broj klizišta za područje svih osam županija, a također i broj elemenata pod rizikom, kao i vrijednosti gubitka elemenata pod rizikom.

3.15.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Broj ugroženih stanovnika za najvjerojatniji neželjeni događaj procijenjen je na temelju broja očekivanih klizišta na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjeni broj ugroženih ljudi u analiziranim županijama varira u rasponu od minimalno 21 čovjeka (za Međimursku županiju) do maksimalno 236 ljudi (za Sisačko-moslavačku županiju). Ukupan broj od 969 ugroženih ljudi tijekom jednog događaja masovnih klizišta predstavlja značajne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-2.

Tablica 6.15.-2.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi.

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	**X**
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.15.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Ukupna materijalna šteta u gospodarstvu (izražena u milijunima kuna) za najvjerojatniji neželjeni događaj procijenjena je na temelju broja očekivanih klizišta (1.211 aktiviranih klizišta) na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjena ukupna materijalna šteta na građevinama (obiteljske kuće, ceste, bolnice, škole i dr.), na obradivom i građevinskom zemljištu, i na šumama tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 2,3 milijarde kuna što predstavlja značajne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-3.

Tablica 6.15.-3. – Posljedice na Gospodarstvo.

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.15.2.1.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Ukupna šteta koja se odnosi na društvenu stabilnost i politiku za najvjerojatniji neželjeni događaj procijenjena je na temelju broja očekivanih klizišta (1.211 aktiviranih klizišta) na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjena ukupna šteta na oštećenoj kritičnoj infrastrukturi (izražena u milijunima kuna) tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 1 milijardu kuna što predstavlja umjerene posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-4. Procijenjena ukupna šteta na građevinama od javnog društvenog značaja tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 230 milijuna kuna što predstavlja neznatne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-5. Ukupna šteta zbog prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana tijekom jednog događaja masovnih klizišta procijenjena je kao malena prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-6.

Tablica 6.15.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura.

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	**X**
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.15.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.15.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana.

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.15.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

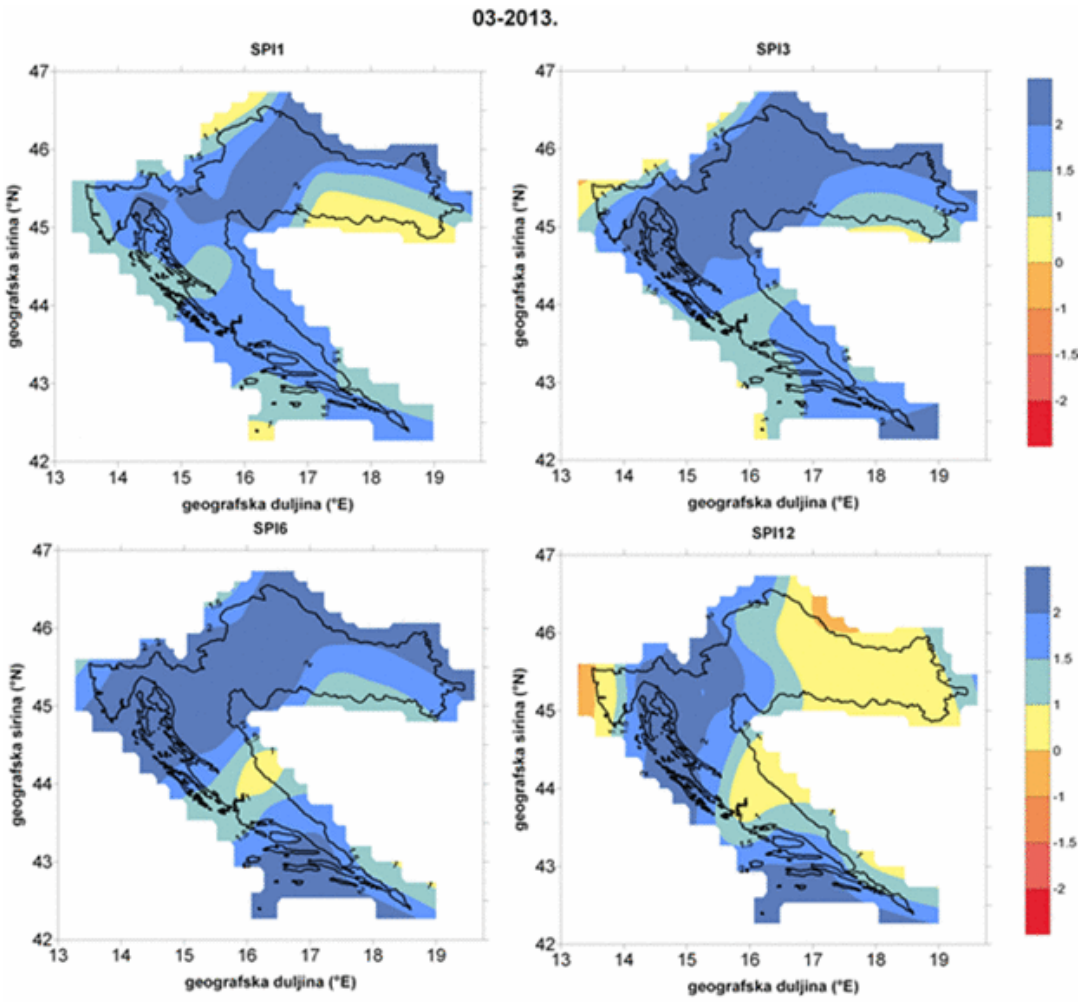
Rezultati procjene vjerojatnosti analiziranog ekstremno kišnog događaja pokazuju da se 100-dnevna kumulativna količina oborine koja je prethodila aktivaciji klizišta 13. ožujka 2018. može na području Zagreba očekivati prosječno jednom u 15 godina, a na području Varaždina jednom u 22 godine. To upućuje da se ovaj oborinski događaj može očekivati s umjerenom vjerojatnošću prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-7.

Tablica 6.15.-7. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	**X**
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.15.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

U ožujku 2013. godine su u cijeloj Hrvatskoj, osim u istočnoj Posavini, prevladavale su vrlo kišne prilike (1,5 < SPI < 1,99), a u sjeverozapadnom kontinentalnom području je izmjerena mjesečna količina oborine bila i ekstremno visoka (SPI ≥ 2). Ekstremno velike količine oborine na tom području zabilježene su i na 3-mjesečnoj skali (siječanj, veljača, ožujak), kao i na 6-mjesečnoj skali (listopad 2012. – ožujak 2013.) kao što je prikazano na slici 2.10 (DHMZ, 2013).



Slika 6.15.-22. Prostorna raspodjela standardiziranog oborinskog indeksa (SPI) na različitim vremenskim skalama (1, 3, 6 i 12 mjeseci) za ožujak 2018. (DHMZ, 2013).

Prema podacima s meteoroloških postaja Varaždin i Zagreb-Grič analizirana je kumulativna količina oborine za 20, 40 i 100 dana koji su prethodili danu 30. ožujka 2013. kad su se aktivirala klizišta u SZ Hrvatskoj. Naime, prethodnom analizom odabrane su navedene tri vremenske skale kao kritične jer imaju vrijednosti SPI iznad praga koji ukazuje na potencijalnu opasnost od pojave/aktivacije klizišta. Na obje postaje kumulativna količina oborine za 20 dana prije aktivacije klizišta ukazuje na prevladavajuće kišne prilike (76,8 – 87,1 mm), izmjerene vrijednosti za 40 dana (151,3-152,4) ukazuju na vrlo kišne prilike dok je 100-dnevna količina oborine (344,4 - 365,4 mm) bila ekstremno velika (prema klasifikacijskoj skali u tablici 2.1). Potonje vrijednosti su na ove dvije postaje najveće izmjerene 100-dnevne količine oborine za kraj ožujka u razdoblju od 1961. do 2018. godine. Za vremensku skalu od 40 dana, izmjerene kumulativne količine oborine predstavljaju apsolutni (Zagreb-Grič) i sekundarni (Varaždin) maksimum, dok izmjerena 20-dnevna količina oborine predstavlja drugu odnosno treću najveću količinu od sredine 20. stoljeća.

3.15.2.2.1. POSLJEDICE

Analiza posljedica događaja s najgorim mogućim posljedicama provedena je za područje svih šest županija u SZ Hrvatskoj (Krapinsko-zagorska županija, Varaždinska županija, Grad Zagreb, Zagrebačka županija, Koprivničko-križevačka županija i Međimurska županija), uključivo Sisačko-moslavačku i Bjelovarsko-bilogorsku županiju, na osnovi podataka o očekivanom broju klizišta i očekivanom broju elemenata pod rizikom (ugroženih ljudi, građevina, kritične infrastrukture, obradivih površina i šuma), kao i procijenjene vrijednosti šteta u gospodarstvu (ukupna vrijednost materijalne imovine) i vrijednosti šteta relevantnih za društvenu stabilnost i politiku (vrijednost oštećene kritične infrastrukture, vrijednost šteta/gubitaka na građevinama od javnog društvenog značaja, vrijednost prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana).

Očekivani broj klizišta za događaj s najgorim mogućim posljedicama procijenjen je na temelju broja klizišta aktiviranih 2013. godine, koji je dobiven iz evidencije dojava županijskog centra 112 područnog ureda za zaštitu i spašavanje za Krapinsko-zagorsku županiju (Mihalić Arbanas i dr., 2013; Bernat i dr., 2014b). Ova županija je odabrana jer se podaci registriranih klizišta (ukupno 521 klizište) smatraju najpotpunijima na području SZ Hrvatske. Na osnovi ukupnog broja aktiviranih klizišta u Krapinsko-zagorskoj županiji procijenjena je prosječna gustoća aktiviranih klizišta po jedinici površine područja podložnog klizanju, tijekom događaja s najgorim mogućim posljedicama, koja iznosi 0,733 klizišta/km^2. Iz gustoće aktiviranih klizišta procijenjen je očekivani broj klizišta za sve županije, a također i broj elemenata pod rizikom, kao i vrijednosti gubitka elemenata pod rizikom.

3.15.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Broj ugroženih stanovnika za događaj s najgorim mogućim posljedicama procijenjen je na temelju broja očekivanih klizišta na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjeni broj ugroženih ljudi u analiziranim županijama varira u rasponu od minimalno 42 čovjeka (za Međimursku županiju) do maksimalno 473 ljudi (za Sisačko-moslavačku županiju). Ukupan broj od 2.000 ugroženih ljudi tijekom jednog događaja masovnih klizišta predstavlja katastrofalne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-8..

Tablica 6.15.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	
2	Malene	50 – 200	
3	Umjerene	201 – 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	**X**

3.15.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Ukupna materijalna šteta u gospodarstvu (izražena u milijunima kuna) za događaj s najgorim mogućim posljedicama procijenjena je na temelju broja očekivanih klizišta (2 421 aktiviranih klizišta) na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjena ukupna materijalna šteta na građevinama (obiteljske kuće, ceste, bolnice, škole i dr.), na obradivom i građevinskom zemljištu, i na šumama tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 4,6 milijarde kuna što predstavlja značajne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-9.

Tablica 6.15.-9. – Posljedice na Gospodarstvo.

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.15.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Ukupna šteta koja se odnosi na društvenu stabilnost i politiku za događaj s najgorim mogućim posljedicama procijenjena je na temelju broja očekivanih klizišta (2.421 aktiviranih klizišta) na području svih osam županija u kontinentalnoj Hrvatskoj. Procijenjena ukupna šteta na oštećenoj kritičnoj infrastrukturi (izražena u milijunima kuna) tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 2 milijarde kuna što predstavlja značajne posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-10. Procijenjena ukupna šteta na građevinama od javnog društvenog značaja tijekom jednog događaja masovnih klizišta iznosi ukupno oko 460 milijuna kuna što predstavlja malene posljedice, prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-11. Ukupna šteta zbog prestanka rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana tijekom jednog događaja masovnih klizišta procijenjena je kao malena prema klasifikaciji iz tablice 6.15.-12.

Tablica 6.15.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.15.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja.

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 – 700	**X**
3	Umjerene	700 – 1.500	
4	Značajne	1.500 – 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.15.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana.

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	
2	Malene	5.000 – 15.000	**X**
3	Umjerene	15.000 – 50.000	
4	Značajne	50.000 – 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.15.2.2.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Analizom vjerojatnosti pojavljivanja ekstremno velike 100-dnevne količine oborine na postajama Varaždin i Zagreb-Grič, uz ocjenu kišnih i vrlo kišnih uvjeta na 20- i 40-dnevnoj skali za datum 30. ožujka 2013., procijenjeno je da se takav događaj može očekivati prosječno jednom u 98 godina (Varaždin) odnosno jednom u 130 godina (Zagreb-Grič).

Tablica 6.15.-13. – Vjerojatnost/frekvencija.

Kategorija	**Vjerojatnost/Frekvencija**			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 godina i rjeđe	
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godišnje ili češće	

3.15.3. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

3.15.3.1. *Procjena rizika od klizanja za odabrane scenarije*

Tijekom izrade procjene rizika od klizišta korištene su heurističke metode procjene podložnosti na klizanje (za određivanje prostorne vjerojatnosti nastanka/aktiviranja klizišta), statističke metode procjene vremenske vjerojatnosti klizanja na osnovi procjene vremenske vjerojatnosti pokretača klizišta (oborine), kao i heurističke metode procjene rizika od klizišta, što je uključivalo kvantitativnu procjenu elemenata pod rizikom, kao i ukupne štete.

Nepouzdanost procjene je ocijenjena kao niska zbog dostupnih statističkih pokazatelja dobivenih iz službenih i neslužbenih evidencija klizišta, kao i nastale štete, što je omogućeno time što su se scenariji dva analizirana događaja dogodili u posljednjih 5 godina, 2013. i 2018. godine. Također, veliko iskustvo stručnjaka koji su sudjelovali u procjeni hazarda i rizika od klizišta doprinosi većoj pouzdanosti heurističkih metoda.

3.15.3.2. *Procjena rizika od klizanja po županijama*

Procjena rizika za županije provedena je na isti način kao i procjena rizika za SZ dio Hrvatske zahvaćen analiziranim scenarijem, odnosno na temelju broja očekivanih klizišta po županijama i očekivanih šteta. Nedostatak prikaza ukupnog rizika od klizanja po županijama je taj što ne odražava stvarno stanje, jer su podaci o rizicima unutar nekih županija jako prostorno neujednačeni. Posljedica toga je da u nekim županijama, npr. Vukovarska županija, postoje jedinice lokalnih samouprava (gradovi, općine) koji imaju visoke rizike, iako je ukupni rizik županije nizak. Zbog toga je u tablici 6.15.-14. prikazan broj očekivanih klizišta po jedinicama lokalne samouprave za sve županije u Republici Hrvatskoj. Iz tablice 6.15.-14. proizlazi da je rizik od klizanja po županijama prostorno raspodijeljen na vrlo različite načine. Skupina županija u kojima se u većini gradova/općina ne očekuje nastanak klizišta niti u slučaju najvjerojatnijeg nepoželjnog događaja, je npr. Zadarska županija (samo u 5 općina/gradova očekuje se <10 klizišta; u jednoj općini/gradu se očekuje 11-50 klizišta), Vukovarsko-srijemska županija i Međimurska županija. Druga krajnost su županije u kojima se u većini gradova/općina očekuje velik broj klizišta, ali u njima također postoje i gradovi/općine u kojima se ne očekuje pojava klizišta, npr. Sisačko-moslavačka ili Karlovačka županija. Zbog navedenog se ovdje ističe da je za donošenje odluka nužno raspolagati podacima procjene rizika na razini jedinica lokalne samouprave za sve županije.

Iz tablice 6.15.-14. je vidljivo da u Republici Hrvatskoj postoji oko 60% općina/gradova u kojima se očekuju klizišta za vrijeme najvjerojatnijeg neželjenog događaja, ali da broj očekivanih klizišta značajno varira unutar županija. Čak i unutar Vukovarsko-srijemske županije postoji 5 jedinica lokalne samouprave u kojima je nužno upravljati opasnostima i rizicima od klizišta. Jedan od izuzetaka je i Grad Zagreb, kod kojega ukupnom riziku od klizanja doprinosi najveće klizište u Republici Hrvatskoj, klizište Kostanjek, za kojega je procijenjeni rizik veći do ukupnog rizika svih malih klizišta.

Tablica 6.15.-14. – Prikaz broja općina i gradova po županijama s očekivanim brojem klizišta za vrijeme najvjerojatnijeg neželjenog događaja.

Županija	Broj općina s očekivanim brojem aktiviranih klizišta za najvjerojatniji neželjeni događaj				Ukupno
	0 klizišta	<10 klizišta	11-50 klizišta	>50 klizišta	
ZAGREBAČKA	5	19	**9**	**1**	**34**
ZADARSKA	27	5	**1**	**0**	**33**
VUKOVARSKO-SRIJEMSKA	25	4	**1**	**0**	**30**
VIROVITIČKO-PODRAVSKA	6	4	**5**	**1**	**16**
VARAŽDINSKA	8	14	**6**	**0**	**28**
ŠIBENSKO-KNINSKA	9	8	**1**	**0**	**18**
SPLITSKO-DALMATINSKA	29	26	**1**	**0**	**56**
SISAČKO-MOSLAVAČKA	2	4	**10**	**3**	**19**
PRIMORSKO-GORANSKA	12	19	**4**	**0**	**35**
POŽEŠKO-SLAVONSKA	0	1	**7**	**2**	**10**
OSJEČKO-BARANJSKA	31	9	**5**	**0**	**45**
MEĐIMURSKA	20	4	**1**	**0**	**25**
LIČKO-SENJSKA	0	8	**4**	**0**	**12**
KRAPINSKO-ZAGORSKA	0	17	**15**	**0**	**32**
KOPRIVNIČKO-KRIŽEVAČKA	13	7	**5**	**0**	**25**
KARLOVAČKA	3	12	**7**	**1**	**23**
ISTARSKA	15	19	**4**	**0**	**38**
DUBROVAČKO-NERETVANSKA	10	10	**2**	**0**	**22**
BRODSKO-POSAVSKA	13	8	**7**	**0**	**28**
BJELOVARSKO-BILOGORSKA	1	9	**13**	**0**	**23**
Ukupno	**229**	**207**	**108**	**8**	**552**

U procjeni su sudjelovali stručnjaci iz područja geološkog inženjerstva, meteorologije i geotehničkog inženjerstva (građevinarstvo) s velikim iskustvom u procjenama opasnosti od klizišta, identifikaciji pokretača masovnih klizišta i njihovim povratnim razdobljima, kao i u procjeni vrsta i količina šteta, odnosno njihovih vrijednosti, iskazanoj kao kvantificirani rizik. Stručnjaci iz područja geološkog i geotehničkog inženjerstva pripadaju skupini vrhunskih znanstvenika, koji se, uz više desetljeća iskustva u radu s klizištima, koriste i novim tehnologijama i imaju uvid u svjetska iskustva na tom području. Osim toga, dvije od tri institucije koje su provodile procjenu imaju certifikat Svjetskog centra izvrsnosti za smanjenje rizika od klizanja Međunarodnog konzorcija za klizišta 2013-2017. i 2017-2020., a također su i potpisnici dokumenta „ISDR-ICL Sendai Partnerships 2015-2025 for Global Promotion of Understanding and Reducing Landslide Disaster Risk“.

Postoji određena količina podataka o opasnostima i štetama od klizišta iz 2013. i 2018. godine koja je korištena u procjeni. Prednost u procjeni su recentna iskustva tijekom najgoreg i najvjerojatnijeg scenarija koji su se dogodili u posljednjih 5 godina, jer je na ovaj način prikupljen niz pouzdanih podataka i evidencija izravno od strane stručnjaka i institucija koje su sudjelovale u ovoj procjeni.

Nedostatak statističkih podataka bilo je moguće nadoknaditi interpretacijama stručnjaka na temelju njihova iskustva.
Za procjenu hazarda i rizika od klizanja u Republici Hrvatskoj postoje vrhunski stručnjaci koji rade u znanosti na dva sveučilišta, u interdisciplinarnom timu koji radi u području tehničkih znanosti, poljima geološko inženjerstvo i građevinarstvo/geotehnika. Dobar uvid u širok spektar metoda procjene, kao i iskustvo stručnjaka, omogućilo je razvoj metodologije za procjenu rizika od klizišta na državnoj razini, a koja je prilagođena specifičnim uvjetima u Republici Hrvatskoj. Zbog recentnih iskustava s katastrofalnim masovnim klizištima, i prikupljenih podataka tijekom tih hazardnih događaja, razvijena je metodologija procjene od koje se očekuje visoka točnost rezultata procjene.

Tablica 6.15.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika.

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**			
Niska nepouzdanost	**2**		**X**	**X**
Vrlo niska nepouzdanost	**1**	**X**		

3.15.4. POPIS LITERATURE

1. Bernat, S., Mihalić Arbanas, S., Krkač, M. (2014a): Inventory of precipitation triggered landslides in the winter of 2013 in Zagreb (Croatia, Europe). Proceedings of the 3rd World Landslide Forum, Landslide Science for a Safer Geoenvironment, Volume 2: Methods of Landslide Studies, 2-6 June 2014. Springer, Cham, 829-836.
2. Bernat, S., Mihalić Arbanas, S., Krkač, M. (2014b): Landslides triggered in the continental part of Croatia by extreme precipitation in 2013. Proceedings of the XII IAEG Congress, Engineering Geology for Society and Territory, Vol. 2, Landslide Processes, 15-19 September 2014. Springer, Heidelberg, 1599-1603.
3. Bernat Gazibara S., Krkač M., Sečanj M., Mihalić Arbanas S. (2017a): Identification and mapping of shallow landslides in the City of Zagreb (Croatia) using the LiDAR-based terrain model. In: Mikoš M., Tiwari B., Yin Y., Sassa K. (eds.): Advancing Culture of Living with Landslides, Cham, Switzerland, Springer, 1093-1100.
4. Bernat Gazibara S., Mihalić Arbanas S., Krkač M., Sečanj M. (2017b): Catalog of precipitation event that triggered landslides in northwestern Croatia. In: Abolmasov B., Marjanović M., Đurić U. (eds.) Proceedings of the 2nd Regional Symposium on Landslides in the Adriatic-Balkan Region, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Belgrade, 103-107.
5. Caine, N. (1980): The rainfall intensity-duration control of shallow landslides and debris flows. Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography. (1/2), 23–27.
6. Clarizia, M., Gulla, G., Sorbino, G. (1996): Sui meccanismi di innesco dei soil slip. In: Int. Conf. Prevention of Hydrogeological Hazards: The Role of Scientific Research, Vol. 1. Alba: L'Artistica Savigliano pub, 585–597 (in Italian).
7. Crosta, G.B., Frattini, P. (2001): Rainfall thresholds for triggering soil slips and debris flow. Proceedings of the 2nd EGS Plinius Conf. on Mediterranean Storms, Siena, Italy, 463–487.
8. Cruden, D.M. (1991): A simple definition of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 43/1:27-29.
9. Cruden, D.M., Varnes D.J. (1996): Landslide types and processes. U: Turner, A.K., Schuster, R.L. (ur.): Landslides, Investigation and Mitigation. Transportation Research Board, Special Report 247, Washington D.C., USA, 36–75.
10. Dearman, W. R. (1991): Engineering Geological Mapping. Butterworth-Heinemann.
11. Cindrić K., Kalin L. (2012): Analiza mogućnosti prognoze suše na području Hrvatske pomoću standardiziranog oborinskog indeksa (SPI). Hrvatske vode, 20:79/80, 43-50.
12. DHMZ (2013): Meteorološki i hidrološki bilten 3/2013, Državni hidrometeorološki zavod.
13. DHMZ (2018): Meteorološki i hidrološki bilten 3/2018, Državni hidrometeorološki zavod.
14. Gajić-Čapka M., Cindrić K., Pasarić Z. (2014): Trends in precipitation indices in Croatia, 1961–2010. Theoretical and Applied Climatology, 121:1-2, 167-177. doi: 10.1007/s00704-014-1217-9
15. Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., Stark, C. P. (2007): Rainfall thresholds for the initiation of landslides in central and southern Europe. Meteorology and Atmospheric Physics, 98, 239-267.
16. Guzzetti, F., Peruccacci, S., Rossi, M., Stark, C. P. (2008): The rainfall intensity–duration control of shallow landslides and debris flows: An update. Landslides 5, 3–17.

17. Highland, L.M., Bobrowky, P. (2008): The Landslide Handbook—A Guide to Understanding Landslides. Reston, Virginia, U.S. Geological Survey Circular 1325, 129 str.
18. Hungr, O. (1981): Dynamics of rock avalanches and other types of slope movements, Ph.D. Thesis, University of Alberta, Edmonton, 500 str.
19. IPL (2013): World report on landslides, International Program on Landslides, URL:http://iplhq.org/category/iplhq/world-report-on-landslides/, Accessed 1.10.2013.
20. Krkač, M. (2015): Fenomenološki model gibanja klizišta Kostanjek na osnovi praćenja parametara klizanja. Disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
21. Krkač, M., Špoljarić, D., Bernat Gazibara, S.,Mihalić Arbanas, S. (2018): TXT-tool 4.385-1.1: Method for Prediction of Landslide Movements Based on Random Forests. U: Sassa, K. i dr. (ur.), Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools, Springer International Publishing, https://doi.org/10.1007/978-3-319-57774-6_34, 575-597.
22. McKee T.B., Doeksen N.J., Kleist J. (1993): The relationship of drought frequency and duration on time scales. Proceedings of the 8th conference of applied climatology (ed. C.A. Anaheim), American Meteorology Society, Boston MA, 179-184.
23. MZOE (2017): Nacrt Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (Bijela knjiga). Ministarstvo zaštite okoliša i energetike (MZOE).
24. Melillo, M., Brunnetti, M. T., Peruccacci, S., Gariano, S. L., Guzzetti, F. (2015): An algorithm for the objective reconstruction of rainfall events responsible for landslides. Landslides, 12, 311-320.
25. Mihalić Arbanas, S., Arbanas, Ž., Bernat, S., Krkač, M., Kalinić, P., Martinović, K., Fabris, N., Sajko, J., Antolović, A. (2013): Upravljanje kriznim situacijama uslijed pokretanja klizišta. Zbornik V. konferencije Hrvatske platforme za smanjenje rizika, 17.-18. listopad 2013. Državna uprava za zaštitu i spašavanje, Zagreb. 151-164.
26. Mihalić Arbanas, S., Krkač, M., Bernat Gazibara, S., Komac, M., Sečanj, M., Arbanas, Ž. (2018): TXT-tool 2.385-1.1 A Comprehensive Landslide Monitoring System: The Kostanjek Landslide, Croatia. U: Sassa, K. i dr. (ur.), Landslide Dynamics: ISDR-ICL Landslide Interactive Teaching Tools, Springer International Publishing, https://doi.org/10.1007/978-3-319-57774-6_34, 449-464.
27. Van Schalkwyk, A., Thomas, M.A. (1991): Slope failures associated with the floods of September 1987 and February 1988 in Natal and Kwa-Zulu, Republic of South Africa. Geotechnics in the African Environment, Blight et al. (Eds), pp. 57-63.
28. Varnes, D.J. (1978): Slope movements, type and processes. U: Schuster R.L., Krizek R.J. (ur.): Landslide Analysis and Control, Transportation Research Board, Special Report 176. National Academy of Sciences, Washington, 11–33.
29. WP/WLI (International Geotechnical Society's UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) (1995): A suggested method for describing the rate of movement of a landslide, Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 52:75-78.
30. WMO (2017): WMO Guidelines on the Calculation of Climate Normals. World Meteoroloical Organization, WMO-No. 1203.
31. Zaninović, K., Gajić-Čapka, M., Perčec Tadić, M., Vučetić, M., Milković, J., Bajić, A., Cindrić, K., Cvitan, L., Katušin, Z., Kaučić, D., Likso, T., Lončar, E., Lončar, Ž., Mihajlović, D., Pandžić, K., Patarčić, M., Srnec, L., Vučetić, V. (2008): Klimatski atlas Hrvatske 1961-1990., 1971-2000. Državni hidrometeološki zavod Hrvatske, Zagreb. 200 str.

3.16. *Onečišćenje mora*

U odnosu na Procjenu rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku od 2015. godine, za ovaj je rizik izrađena nova procjena sukladno odluci Glavne radne skupine Hrvatske platforme za smanjenje rizika od katastrofa te je ovdje prikazana metodologija procjene rizika i analiza podataka koji prema ocjeni stručno-znanstvene radne skupine daju rezultate relevantne za razdoblje od 2018.-2021. godine.

3.16.1. OPIS SCENARIJA

3.16.1.1. *Naziv scenarija, rizik, radna skupina*

Naziv scenarija
Iznenadno onečišćenje Jadranskog mora uljem/smjesom ulja većih razmjera s plovnih objekata
Grupa rizika:
Tehničko-tehnološke nesreće s opasnim tvarima
Rizik:
Onečišćenje mora
Radna skupina
Koordinator:
Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture
Glavni nositelji:
Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Uprava sigurnosti plovidbe
Glavni izvršitelj:
Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture, Uprava sigurnosti plovidbe

3.16.1.2. *Uvod*

Područje Jadranskog mora ima veliki geopolitički i strateški značaj za Republiku Hrvatsku, te predstavlja jedan od najvažnijih prirodnih resursa, koji omogućuje njezin gospodarski rast i razvoj. Poveznica je sa područjem Sredozemnog mora, što Republici Hrvatskoj omogućava punu integraciju u međunarodni pomorski promet. U unutarnjim morskim vodama, teritorijalnom moru i zaštićenom ekološko-ribolovno pojasu, obavljaju se značajne gospodarske djelatnosti, a dinamika aktivnosti na moru i u priobalju bilježi kontinuirani rast.

Prema podacima iz Hrvatskog integriranog pomorskog informacijskog sustava CIMIS o broju putovanja brodova u međunarodnoj i nacionalnoj plovidbi, u 2017. godini pretovareno je oko 25 milijuna tona tereta, te je u nacionalnoj i međunarodnoj plovidbi putničkih brodova obavljen transfer više od 19 milijuna putnika[2]. Unutar unutarnjih morskih voda obavlja se značajan obalni linijski pomorski promet, te je u 2017. godini prevezeno 15,4 milijuna putnika i 3,2 milijuna vozila[3].

[2] Hrvatski integrirani pomorski informacijski sustav CIMIS, podaci za 2017. godinu
[3] Hrvatski integrirani pomorski informacijski sustav CIMIS, podaci za 2017. godinu

Prertpostavlja se da se na Jadranu, na prosječnoj godišnjoj razini, preveze oko 160 milijuna tona različitog tereta od kojih se oko 15% prekrca u hrvatskim lukama. Glavnina tog tereta prekrca se u najvećim sjeverno-jadranskim lukama Trst, Venecija, Ravenna i Kopar. Procjenjuje se da je u 2016. godini više od 500 tankera ticalo luku Trst. Radi pregleda dinamike pomorskog prijevoza tereta koji se odvija u hrvatskom dijelu Jadrana, u nastavku se daje pregled ukrcaja i iskrcaja tereta u morskim lukama Republike Hrvatske, u vremenskom razdoblju 2015.-2017. godine. (izvor: CIMIS)

Tablica 6.16.-1. – Promet tereta u morskim lukama

Godina	Ukupno ukrcano tereta (t)	Od toga opasnog tereta (t)	Ukupno iskrcano tereta (t)	Od toga opasnog tereta (t)
2015.	6.462.110	1.707.969	13.741.989	7.934.173
2016.	7.657.641	2.293.734	15.039.285	10.931.081
2017.	7.454.203	2.532.386	16.953.604	13.556.365

Procjenjuje se da se količine pogonskog goriva koje se mogu zateći na brodovima koji uplovljavaju u hrvatske luke kreću u rasponu od 1.500-2.500 tona teškog brodskog goriva. Količine veće od navedenih imaju veliki brodovi koji pristaju u najveće luke, dok oni najveći nose i do 12.000 tona teškog pogonskog goriva.

Osnovno obilježje navedenog prometa teretnih brodova je da ono gotovo u cijelosti prolazi duljinom Jadrana, od Otranta do stranih sjeverno-jadranskih luka, te domaćih luka, što predstavlja rizik od iznenadnih onečišćenja mora s plovnih objekata na njegovom cijelokupnom području. Radi specifičnih geomorfoloških osobitosti Jadranskog mora kao poluzatvorenog morskog bazena sa slabim protokom voda i specifičnim kretanjem vodenih masa, kao i naseljenosti obale, te brojnim gospodarskim djelatnostima koje o njemu ovise, utjecaj potencijalnog iznenadnog onečišćenja mora velikih razmjera s plovnih objekata može biti značajan, ne samo za morski okoliš, već i za hrvatsko gospodarstvo i lokalne zajednice, te njihovu stabilnost.

Unatoč razvijenim mjerama ograničenja i reguliranja plovidbe poput ograničavanja ili zabrane plovidbe u posebno osjetljivim područjima unutar teritorijalnog mora Republike Hrvatske, uspostavljenog sustava odijeljenog prometa, sustava nadzora i upravljanja pomorskim prometom, mogućnost iznenadnog onečišćenja mora radi mogućih nesreća pri prijevozu ulja/smjesa ulja prepoznate su kao jedna od najznačajnijih prijetnji, do kojih može doći u bilo kojem trenutku.

3.16.1.3. *Prikaz utjecaja na kritičnu infrastrukturu*

X	energetika (proizvodnja, uključivo akumulacije i brane, prijenos, skladištenje, transport energenata i energije, sustavi za distribuciju),
	komunikacijska i informacijska tehnologija (elektroničke komunikacije, prijenos podataka, informacijski sustavi, pružanje audio i audiovizualnih medijskih usluga),
X	promet (cestovni, željeznički, zračni, pomorski i promet unutarnjim plovnim putovima),
	zdravstvo (zdravstvena zaštita, proizvodnja, promet i nadzor nad lijekovima),
	vodno gospodarstvo (regulacijske i zaštitne vodne građevine i komunalne vodne građevine),
X	hrana (proizvodnja i opskrba hranom i sustav sigurnosti hrane, robne zalihe),
X	financije (bankarstvo, burze, investicije, sustavi osiguranja i plaćanja),
X	proizvodnja, skladištenje i prijevoz opasnih tvari (kemijski, biološki, radiološki i nuklearni materijali),
X	javne službe (osiguranje javnog reda i mira, zaštita i spašavanje, hitna medicinska pomoć),
X	nacionalni spomenici i vrijednosti.

3.16.1.4. *Kontekst*

3.16.1.4.1. GEOGRAFSKA, METEOROLOŠKA I OCEANOLOŠKA OBILJEŽJA JADRANSKOG MORA

Jadransko more predstavlja duboko uvučeni zaljev Sredozemnog mora koji se proteže u smjeru SE-NW do najsjevernijeg dijela Sredozemlja, Tršćanskog zaljeva. Okružuju ga gorski lanci Apenina na zapadnom dijelu, Alpa na sjeveru i Dinarida na istoku. Od ukupne površine Sredozemnog mora, Jadransko more obuhvaća 4,6%, odnosno 138.595 km^2. Tršćanski zaljev predstavlja najpliću točku Jadrana, dok je najdublja u Južnojadranskoj kotlini (1.233 m), a odvaja ih Palagruški prag.[4]
Ukupna duljina obale iznosi 7.911 km, od čega se 3.737 km odnosi na kopnenu obalu, a 4.174 km na otočnu. Dok zapadna obala u potpunosti pripada Italiji, istočni dio je podijeljen između Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Albanije. Republici Hrvatskoj pripada 1.777,3 km kopnene i 4.058 km otočne obale koja je upravo zbog 1.246 otoka, otočića, hridi i grebena, ekstremno dugačka. S koeficijentom razvedenosti 11,1, hrvatska obala je nakon grčke, druga najrazvedenija obala Sredozemlja.[5] Zbog razvedenosti strukturno-geoloških osobitosti, hrvatski dio obale naziva se u stručnoj literaturi dalmatinskim tipom obale.

Jadransko more može se podijeliti na tri geografske cjeline: sjeverni, srednji i južni. S obzirom na srednju dubinu od 252 m, Jadransko more spada u plitka mora. Dubina mora raste od sjevera prema jugu, s time da sjeverno od Jabučke kotline, dubina ne prelazi 100 m. Na tom području dubina iznosi 273 m, dok je u Južnojadranskoj kotlini izmjereno 1.233 m što predstavlja najveću dubinu Jadrana. Sjeverni dio obuhvaća

[4] Favro Srećko, Saganić Iva: Prirodna obilježja hrvatskog litoralnog prostora kao komparativna prednost za razvoj nautičkog turizma, Geoadria 12/1 (2007) – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.
[5] Lušić Zvonimir, Kos Serđo: Glavni plovidbeni putovi na Jadranu, "Naše more" 53(5-6)/2006. – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

plitki sjeverni dio, dubine od 24 do 26 m, srednji se prože između spojnice Ancona-Karlobag i granice južnog dijela koji uključuje Južnojadransku kotlinu od Otrantskih vrata do Palagruškog praga. Kada se gleda hrvatski dio Jadrana, njegova posebnost odnosi se na brojne otoke, otočiće, zaljeve, uvale i drage. Tri najveća otoka su Cres (406,63 km^2), Krk (406,27 km^2) i Brač (394,57 km^2). Iako od ukupne državne površine na otoke otpada svega 5,8%, oni predstavljaju iznimni identitet zemlje.

Glavni sinoptički sustavi kojima su uvjetovane meteorološke i oceanološke prilike na Jadranu mogu se podijeliti na ciklone, anticiklone i fronte prema rasporedu tlaka zraka unutar njih. Ciklonalna aktivnost je vrlo često posljedica prodora atlantskih ciklona koje se premještaju preko zapadnog Mediterana i srednje Europe prema istoku ili sjeveroistoku, te se na Jadranu kratko zadržavaju. Genovska ciklona je česta pojava koja se javlja kao posljedica prodora hladnih zračnih masa preko Alpa, te iznad Tirenskog mora i Apeninskog poluotoka može potrajati i nekoliko dana. Takva pojava nadalje uzrokuje jugo nad cijelim Jadranskim morem izazivajući valovito i teško more. U slučaju produbljivanja i zadržavanja ciklone nad južnim Jadranom nastati će jaka ciklonalna i mračna bura praćena vrlo hladnim vremenom. U slučaju jačanja grebena Azorske anticiklone nad područjem Mediterana u zimskom periodu dolazi do stvaranja stabilne anticiklone.[6] Meteorološka i oceanološka obilježja koja izravno utječu na sigurnost plovidbe su vjetar, valovi, morske struje, morske mijene i vodoravna vidljivost, te će ona u nastavku biti dodatno objašnjena.

Vjetar

Na Jadranu prevladavaju bura, jugo te zapadni vjetrovi, koji ako bi se gledalo po ukupnom broju dana, predstavljaju manji dio. Dok na jugu prevladava jugo, na sjeveru značajno prevladava bura. Ako bi se uspoređivali sjeverni i južni Jadran po prosječnom trajanju i ponovljivosti olujnih vjetrova, sjeverni dio bi značajno bio izraženiji sa 60 sati naspram južnog sa 36 sati. Iz dosad obavljenih mjerenja na meteorološkim postajama na otvorenom moru može se vidjeti da je bura dominantan vjetar na širem području Jadrana. Bura predstavlja obično hladan, vrlo mahovit vjetar koji duž cijele obale puše s kopna na more, odnosno s obzirom na okolinu iz smjerova N do E. Buru karakteriziraju iznenadni i jaki udari (do 47,5 m/s), razmjerno kratko privjetrište, manji valovi (do 2,5 m), dok pri brzini od 6,5 m/s izaziva značajne količine morske pjene. Sljedeći vjetar koji po jačini utječe na sigurnost plovidbe zbog svoje brzine i učestalosti je jugo koje uglavnom puše iz smjerova ESE do S. Kada puše iz smjera SE, zbog izuzetno dugog privjetrišta, može stvoriti iznimno visoke valove do 10 m visine. U slučaju da jugo puše više dana, za očekivati je da će takve maritimne prilike značajno utjecati na način plovidbe i vrijeme pristizanja brodova. Treći značajniji vjetar na Jadranu je lebić koji najčešće puše iz smjera SW, te također može imati olujnu jačinu. Po jačini i nastalim valovima u pravilu je opasniji od bure, no slabiji od valovlja uzrokovanih jugom. Samo u rijetkim prilikama će taj vjetar ugroziti pomorsku sigurnost.[7]

Valovi

Valovi označavaju periodičko visinsko, rotaciono i translatorno pomicanje vode i oblika morske površine koje obilježava smjer nailaska, visina, duljina, period i brzina. Oni ponajprije ovise o jačini vjetra i duljini privjetrišta. Na Jadranu postoje dvije osnovne grupe valova. Prva su vjetrovni valovi (valovi živog mora,

[6] Procjena rizika onečišćenja mora na području Istarske županije, Istarska županija, Upravni odjel za održivi razvoj, Pula 2012. – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

[7] Procjena rizika onečišćenja mora na području Istarske županije, Istarska županija, Upravni odjel za održivi razvoj, Pula 2012. – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

živo more), koji su izazvani vjetrom koji neprekinuto puše, a drugu grupu predstavljaju valovi mrtvog mora (zibni valovi ili zibine). To su valovi koji se pojavljuju ranije od vjetra ili zaostaju nakon vjetra koji ih je stvorio, te mogu doći i do zone izvan puhanja vjetra. Pri promjeni smjera puhanja vjetra stvara se novi sustav valova tzv. križani valovi. Oni mogu nastati kao posljedica križanja prve dvije skupine valova, ili pri refleksiji živog ili mrtvog mora na vertikalnim preprekama. Koliko će valovi napredovati po pitanju visine i smjera ovisi i o utjecajima s kojima se susreću na svom putu: refleksije, refrakcije i difrakcije. Glavni uzročnik nastanka valova na Jadranskom moru su vjetrovi, te tako uobičajena razdioba vjetrova stvara i uobičajenu razdiobu valovlja tijekom vremena koja pokazuje nekoliko obilježja koji značajno utječu na sigurnosti brodova i plovnih objekata. Za valove na Jadranu karakteristična je izuzetna ponovljivost, čak 80% (za oceane T 42%, za Sredozemno more T 66%) za visinu vala do 1,5 m i to zbog manje duljine privjetrišta odnosno kraćeg vremena puhanja. Valovlja koja su izazvana olujnim vjetrovima obilježava znatna strmina (H/U=1/10), odnosno srednji period od 7,2, što ih čini znatno opasnijim za manje brodove od valovlja na oceanima koji imaju približno istu visinu vala plovidbe. Na području cijelog Jadrana postoji mogućnost stvaranja olujnih valova visine 2,4 do 3,6 m koje karakterizira promjenjiva vjerojatnost. Veći valovi od 3,7 do 6,9 m se također mogu spaziti na cijelom Jadranu, ali uz približno upola manju učestalost. Najveći valovi, oni iznad 6 m i više mogu se susresti samo na širem području Kvarnerskog zaljeva kada puše jugo (SE) i na području Otranta kada puše jugo ili oštro (S).

Morske struje

Morske struje označavaju vodoravno premještanje vodenih masa. Opći sustav cirkulacije vode na Jadranu usmjeren je tako da su struje uz istočnu obalu usmjerene prema sjeverozapadu, dok se uz zapadnu obalu spuštaju prema jugoistoku. Jedino uz područje otoka Lastova i Lošinja, struje skreću s istočne na zapadnu obalu Jadrana. Zbog razlike u gustoći mora, na Jadranu prevladava ciklonalno strujanje. Zbog dotoka slatke vode sjeverno-jadranskih rijeka koje su pod utjecajem Coriolisove sile, morske struje idu duž talijanske obale prema Otrantu što uvjetuje strujanje u suprotnom smjeru duž hrvatske obale. Kako opada dubina na kojoj se promatra morska struja, tako opada i njezina brzina. Obilježje morskih struja na Jadranu je njihova nestalnost po brzini i smjeru. Prosječna brzina struje u najvećem dijelu Jadrana nije veća od 0,5 čv. U slučaju vrlo jakih bura, površinski sloj vode može doseći brzinu 3-4 čv, no kako dubina opada, tako se i strujanje smanjuje do 1,5 čv. Prilikom vjetra srednjih i malih brzina, brzina morske struje ne prelazi 0,5 čv.

Morske mijene

Morske mijene predstavljaju periodična osciliranja razine mora koja uglavnom nastaju uslijed plimotvornog utjecaja Mjeseca i Sunca. Na visinu vode, osim navedenih astronomskih utjecaja, također utječe i atmosferski pritisak. U slučaju visokog atmosferskog tlaka, visina vode opada, dok pri niskom, visina raste. U slučaju dugotrajnog puhanja vjetra, može doći do potiskivanja vodenih masa čime se mijenjaju parametri plimnog vala. Također, može doći i do kašnjenja vremena nastupa visokih i niskih voda. Na Jadranu su morske mijene mješovitog tipa s izrazitom nejednakošću po visini. Usprkos tome, prilikom sizigija morske mijene su uglavnom poludnevnog tipa, a prilikom trajanja kvadrature su jednodnevnog tipa, dok su za vrijeme prijelaznih faza mješovitog tipa. Za vrijeme kvadratura morske mijene nastupaju duž čitavog Jadrana istovremeno, a za sizigija dolazi do kašnjenja koja rastu obrnuto od kazaljka na satu jadranske obale. Od juga prema sjeveru se povećavaju amplitude morskih mijena. Srednje amplitude kreću se od 0,22 m u Baru do 0,68 m u Trstu. Do većih sniženja mora može doći prilikom povećanja tlaka zraka i jakih, dugotrajnih sjevernih vjetrova (bura i tramontana), te se tada razina mora na južnom i srednjem Jadranu može spustiti za 0,50 m, a na sjevernom do 0,60 m. Porast razine mora uzrokuju jaki i dugotrajni južni

vjetrovi (jugo, lebić), te se tako razina mora na srednjem i južnom Jadranu može povećati za 0,80 m, a na sjevernom za 1,50 m što može uzrokovati poplave u nekim lukama.[8]

Magle

Magla je na Jadranu češća na sjeveru nego na jugu, a najčešće se pojavljuje na području Venecijanske nizine. Na ostalim područjima, mala je vjerojatnost pojave magle. Prema mjesecima, najčešća je u siječnju kada ima i do 5 dana s maglom, dok se u ostalim mjesecima javlja u prosjeku do 2 dana mjesečno.

3.16.1.4.2. GEOGRAFSKA, METEOROLOŠKA I OCEANOLOŠKA OBILJEŽJA PRIOBALNIH ŽUPANIJA KOJA MOGU UTJECATI NA SIGURNOST POMORSKOG PROMETA

Na krajnjem sjeverozapadu Republike Hrvatske nalazi se Istarska županija. Osim sa Primorsko-goranskom županijom s kojom graniči na istoku i jugu, Istarska županija graniči i sa državama Slovenijom na sjeveru i Italijom na zapadu s kojom dijeli morsku granicu. Geografski gledano, županija obuhvaća najveći dio poluotoka Istra, tako da od njegovih 3.476 km^2 zauzima 2.813 km^2. Primorsko-goranskoj županiji pripada liburnijski dio istočno od Učke, a Sloveniji sjeverno od Dragonje. Granice županije protežu se od uvale Stupova kraj Brestove (Plomina) preko hrpta Učke i Ćićarije do hrvatsko-slovenske granice između Muna i Vodica. U županiji se nalazi 41 jedinica lokalne samouprave, od čega deset jedinica čine gradovi (Pazin, Pula, Rovinj, Poreč, Novigrad, Umag, Buzet, Buje, Labin, Vodnjan), a preostalih 31 čine općine. More za Istarsku županiju ima veliki značaj. Osim prometne povezanosti i resursne osnove ribolova i marikulture, more uvelike doprinosi razvoju turizma u županiji. More koje okružuje Istarsku županiju geografski gledano može se podijeliti na dva zasebna hidrološka dijela: priobalno more zapadne obale Istre, koje u širem smislu spada u Venecijanski zaljev te Kvarner. Zapadni dio hrvatskog dijela poluotoka prostire se od ušća rijeke Dragonje do rta Kamenjak u blizini Pule. Obala je plitka, hridinasta te se proteže u smjeru NW-SE u duljini od približno 50 Nm. Duž obale nalazi se nekoliko zaljeva koji se ističu svojom uvučenošću u obalu: ušće Dragonje, odnosno Piranski zaljev, ušće Mirne, odnosno Tarska Vala, Limski kanal, na krajnjem jugu Puljski, te Verudski, Vinkuranski i Banjolski zaljevi. Obala sjeverno od Tarske Vale je plitka, s blagim nagibom prema pučini, bez otoka i podvodnih hridi. Srednji dio zapadne obale je nešto razvedeniji, dok se južno od Poreča, kod Funtane i Vrsara javljaju prve skupine otočića i školjica. Južni dio je u usporedbi sa sjevernim značajno razvedeniji, te se tako ističe rovinjska skupina od dvadesetak otoka i hridi, dok se na krajnjem jugu nalazi Brijunski arhipelag s Velim i Malim Brijunima i još desetak manjih otoka i hridi. Kako se povećava broj otoka, tako se i duž priobalja nalazi sve veći broj podvodnih hridi, grebena i brakova. Najveće srednje dubine iznose 30-35 m, koliko iznosi i srednja dubina cijelog Venecijanskog zaljeva. Medulinski odnosno Pomerski zaljev koji se nalazi na najjužnijem dijelu pored istaknutog rta Kamenjak/Premantura se ponosi s većim brojem otoka i hridi. Najveći zaljev sjevernog Jadrana je Kvarnerski zaljev kojeg omeđuju s jedne strane strme obale otoka Cresa, a s druge istočna obala Istre. Vela vrata spajaju Kvarnerski zaljev s Riječkim zaljevom. Istarski dio Kvarnera se nalazi od Punte Marlere do Velih vratiju. S ove strane Istre, srednje dubine su znatno veće nego u otvorenim vodama Venecijanskog zaljeva te se spuštaju do 50-60 m. Ne računajući Medulinski akvatorij, istočna obala Istre je bez otoka, ali

[8] Procjena rizika onečišćenja mora na području Istarske županije, Istarska županija, Upravni odjel za održivi razvoj, Pula 2012. – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

se ističe par zaljeva: Raški kanal koji je zapravo dugački i duboki estuarij prarijeke Raše, Plominski zaljev te Krnica, Budava, Kuje i Ližnjanski zaljev. Najveći dio istarske obale je hridinast, s time da obala prema jugu postaje sve strmija i brzo se spušta do maksimalnih dubina. U kratkim potezima na dnu uvala mogu se zbog utjecaja valova pronaći pješčane i šljunkovite plaže, kao i na rtovima na kojima zbog povoljnih hidrodinamskih uvjeta dolazi do sedimentacije i nagomilavanja krupnozrnatog pijeska biogenog ili abrazijskog porijekla. Visoke naslage terigenog mulja mogu se pronaći u unutarnjim vodama Raškog i Limskog kanala ili u brojnim uvalama duž gornje zapadne obale Istre. Navedene naslage u zoni plime i oseke tvore tzv. „soline“ odnosno slatine koja predstavljaju zasebna staništa na kojima dolazi do razvitka specifičnih halofilnih i hidrofilnih biocenoza. Za područje Istre karakteristične su i ingresivne erozijske obale fluvijalnoga tipa. One su nastale potapanjem ušća riječnih dolina, tzv. draga. Tipični primjeri estuarijskih područja s izraženim prijelaznim gradijentima između vanjske slane morske sredine i slatkovodnih fluvijalnih uvjeta su ušća rijeka Raše i Mirne i Limski i Plominski zaljev. Prema statističkim pokazateljima osnovnih klimatskih elemenata i prema Köppenu, područje istarske obale obilježava Cfa tip klime, odnosno umjereno topla vlažna klima s vrućim ljetom gdje je srednja temperatura zraka najtoplijeg mjeseca veća od 22 °C. Geografski položaj Istre u umjerenim geografskim širinama ima najveći utjecaj na prosječne vrijednosti osnovnih klimatskih elemenata, kao i sekundarna cirkulacija atmosfere u tom prostoru (s odgovarajućim značenjem dinamičkih sustava islandskoga i genoveškoga barometrijskog minimuma i istočnoeuropskoga barometrijskog maksimuma koji imaju utjecaj na vremenske prilike u hladnijem dijelu godine te azorskoga barometrijskog maksimuma koji ima prevladavajuće značenje na oblikovanje vremenskih prilika ljeti) te tercijarna, odnosno lokalna cirkulacija zraka. Godišnji hod temperature zraka je prijelazni maritimno-kontinentalni s obzirom da je amplituda zraka između 14,3 °C i 15,9 °C. U 70% slučajeva najtopliji mjesec u godini je kolovoz, dok je u 30% slučajeva to srpanj. Siječanj je u 43% slučajeva najhladniji mjesec u godini. Analiza smjera i brzine vjetra zasniva se na podacima prikupljenim od 1986. do 2005. godine. Prema njima, najčešći vjetar na meteorološkoj postaji Sv. Ivan na pučini puše iz smjera NE (171,8‰). U promatranom razdoblju, na toj postaji jak vjetar zabilježen je u prosjeku 21 dan na godinu i to u svim mjesecima. Razdoblje s najviše dana u mjesecu kada je zabilježen jaki vjetar je jesen (2-4 dana mjesečno). U siječnju, travnju i prosincu se pojavljuje tokom dva dana, dok se u ostalim mjesecima prosječno pojavljuje samo jedan dan. Stanja u kojima je brzina vjetra manja od 0,3 m/s – učestalost tišina kreće se od 3,7% vremena zimi do 8,3% vremena ljeti. Na godišnjoj razini tišina se javlja u 6,1% vremena. Jugo na zapadnoj obali Istre može puhati olujnom jačinom (preko 120 km/h), a zbog velikog privjetrišta na otvorenom moru može uzrokovati jako valovito more s valovima visine preko 5 m. Na obali jugo puše više iz južnog smjera, te su tako valovi nešto manje visine. Bura (smjer NE) prevladava na području istočne obale, a najčešće puše u jesenskom i zimskom razdoblju, tj. od studenog do ožujka. Na mahove može poprimiti vrlo velike brzine i do preko 140 km/h. Na Kvarneru uzrokuje kratke, visoke valove s morskom prašinom uz valove visine 4-5 m što uvelike smanjuje vidljivost. Brzina struje za vrijeme olujnih sjeveroistočnih vjetrova može doseći 2 čv. Jake struje javljaju se kod rta Kamenjak, u Fažanskom kanalu, oko hridi Sv. Ivan na pučini te oko Novigrada zbog utjecaja rijeke Mirne. Na području istočne obale, površinska situacija struja je vrlo složena. Razlog je u velikoj promjenjivosti gradijentskih struja i struja uzrokovanih vjetrom. Brzine strujanja su ljeti znatno manje nego zimi. U veljači je zabilježeno najintenzivnije strujanje, dok je u kolovozu zabilježeno najslabije što je u skladu sa sezonskim oscilacijama morskih struja duž istočne obale Jadrana.

Primorsko-goranska županija smještena je na sjeverozapadu Republike Hrvatske. Na zapadu graniči sa Istarskom županijom, na istoku s Karlovačkom i Ličko-senjskom, na jugoistoku u Kvarnerskim vratima ima

morsku granicu sa Zadarskom županijom, na sjeveru Slovenijom, dok morsku granicu dijeli s Italijom. Površina kopnenog dijela županije iznosi 3.588 km^2, a morskog djela 4.344 km^2, što čini 13,2% ukupne morske površine države. Morska obala je dugačka 1.065 km, a tu spada 133 km kopnene morske obale i 932 km otočne morske obale. Županija se može podijeliti na tri subregionalne cjeline: priobalna, goranska i otočna. Te cjeline se razlikuju i po klimama koje tamo prevladavaju. Tako na otočnom i priobalnom dijelu prevladava sredozemna klima, dok je u unutrašnjosti snažniji utjecaj kontinentalne i planinske klime. U županiji se nalazi 36 jedinica lokalne uprave i samouprave, od čega je 14 gradova (Rijeka, Bakar, Cres, Crikvenica, Čabar, Delnice, Kastav, Kraljevica, Krk, Mali Lošinj, Novi Vinodolski, Opatija, Rab, Vrbovsko) i 22 općine. Na području županije se nalaze dva najveća hrvatska otoka, Cres i Krk. Ostali otoci koji su naseljeni tokom cijele godine su Rab, Lošinj, Unije, Ilovik i Susak. Klima na priobalnom dijelu Primorsko-goranske županije uvjetovana je utjecajem kontinentalnog zaleđa i Jadranskog mora. Obilježavaju je topla i sušna ljeta, te blage i kišne zime. Priobalni pojas i otoci imaju umjereno toplu vlažnu klimu s vrućim ljetom (Cfa tip klime prema Köppenu). Ostali dijelovi Županije, Gorski kotar, reljefno viši dijelovi otoka Krka i Cresa imaju umjereno toplu vlažnu klimu s toplim ljetom (Cfb), što znači da je srednja temperatura zraka najtoplijeg mjeseca u godini niža od 22℃. Najviše dijelove Gorskog kotara obilježava snježno-šumska klima (D) s tipom vlažna borealna klima (Df). Krajnji južni dio otoka Lošinja jedini ima obilježja sredozemne klime s vrućim ljetima (Csa).[9] Na Kvarneru je najčešći vjetar bura koja puše iz širokog raspona smjerova: pod otokom Cresom iz smjera bližeg sjeveru, a uz istočnu Istarsku obalu iz smjera bližeg istoku. Bura najčešće puše u jesenskim i zimskim mjesecima, tj. od studenog do ožujka. Buru najavljuju bjeličasti oblaci koji se poput krune nadviju nad Velebitom. U prosjeku traje od 3 do 4 dana, iako se može dogoditi da se to produži na više od tjedan dana. Na meteorološkoj postaji u Omišlju na otoku Krku zabilježena je jaka bura čije je puhanje trajalo 59 sati (29.11.-01.12.1980.) Na ovom području je bura najjači vjetar, te se i maksimalni udari vjetra javljaju prilikom bure. S obzirom da puše na mahove, srednja satna vrijednost može iznositi i 30 m/s, dok najveće brzine mogu dostići brzinu od 45 m/s. Nestankom oblaka s vrha Velebita, bura počinje slabiti. U zimskom periodu, vjerojatnost puhanja bure iznosi oko 40%, dok u ljetnim mjesecima ona iznosi oko 20%. Drugi po važnosti vjetar na ovom području je jugo. Ono većinom puše iz smjerova ESE do S u zimskom periodu od listopada do ožujka. S obzirom da je Kvarner otvoren prema vjetrovima iz jugoistočnog smjera, za vrijeme juga nastaju najveći valovi. Ono može dovesti do vrlo uzburkanog mora. U prosjeku puše 2 do 3 dana, iako i ono poput bure može potrajati cijeli tjedan. Nakon bure i juga, treći vjetar bitan za ovo područje je lebić. Uglavnom puše iz smjera SW, a može doseći i olujne jačine. Tijekom ljetnih mjeseci najčešći vjetrovi pušu iz sjeverozapadnih smjerova, a mogući je i nastanak nevera, naglih lokalnih oluja koje nastaju kao posljedica lokalnih atmosferskih poremećaja te se stoga teže prognoziraju. To su uglavnom nagli kratkotrajni naleti jugozapadnih vjetrovi koji mogu biti i olujne jačine, brzine i preko 40 čv, te praćeni jakom kišom. Pri stabilnim vremenskim prilikama tokom ljetnih mjeseci u popodnevnim satima, moguća je pojava maestrala iz NW smjera koji zbog svoje male jačine ne smeta plovilima. Osim njega, tokom večeri i noću, neposredno uz obalu može puhati i burin, vrlo slab vjetar s kopna koji nastaje uslijed temperaturnih razlika između kopna i mora. Glavno obilježje promatranog područja od posebnog značaja s maritimnog stajališta je vjerojatnost pojave tišine (brzina vjetra manja od 0,3 m/s). Ovu pojavu obilježavaju vrijednosti u rasponu od 1,6% do 3,1% uz godišnji prosjek od 2,2%. Tijekom ljetnih mjeseci u 80% slučajeva prevladavajuća brzina vjetra nalazi se između 0,3 i 3,3 m/s. Za vrijeme zimskog perioda vjetrovi ovog raspona brzina mogu se očekivati u 65% slučajeva.U Kvarnerskom

[9] Razvojna strategija Primorsko-goranske županije 2016.-2020. – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

zaljevu moguća je pojava valova južnih smjerova čija visina može doseći od 7 do 9,1 m. Na valografskoj postaji Panon, južno od Kvarnera, izmjerena je visina valova od 10,8 m. Duljina valova južnih smjerova kreće se od 20 do 30 m što ovisi o smjeru i jačini vjetra. Valovi iz SW smjera postižu najveću duljinu, zbog prostranosti privjetrišta i strmih visokih obala koje okružuju Riječki zaljev, a oni se nakon prestanka vjetra postepeno smiruju pa valovi mrtvog mora mogu potrajati neko duže vrijeme. S druge strane, za valove ponenta i maestrala može se očekivati visina do 1 m. S obzirom na njihovu slabost na sjevernom Jadranu, nemoguće su neke veće visine. Najveći valovi na Jadranu mogu se očekivati na području Kvarnera za vrijeme dugotrajnog puhanja olujnog juga ili oštra. Djelomično ograničeno privjetrište utječe na valove iz istočnih smjerova. Valovi visine do 2,9 m nastaju puhanjem bure i levanta, dok valove do 3,2 m uzrokuje puhanje lebića. Jugo uzrokuje najviše valove u Riječkom zaljevu zbog otvorenog prijetrišta prema S i SW (Mala i Vela vrata). Na tom području valovi juga mijenjaju smjer iz SE prema SW i može se očekivati da će doseći visinu od 3,5 m. Primjerice, valovi visine veće od očekivanog (3,7 m) zabilježeni su na plutači-valografu usidrenoj ispred Riječke luke. Osim vjetra i valova, na kretanje broda bez poriva, kao i na kretanje onečišćenja nakon izljeva u more, utječu i morske struje. Na promatranom području, one slijede tokove opće cirkulacije i ne prelaze vrijednosti od 0,5 čv. Na području Riječkog zaljeva, glavna Jadranska struja najvećim dijelom ulazi između otoka Sv. Marka i kopna, a malo manji dio između otoka Krka i Sv. Marka te između otoka Cres i Krk. Struja izlazi kroz Vela vrata, s većom brzinom kraj Istarskog poluotoka. Na obilježja morske struje uz obalu u neposrednoj blizini riječkog terminala utječe Rječina. Za vrijeme dužih oborinskih razdoblja postoji mogućnost pojačane struje, osobito uz Kostrensko pristanište zapad, zbog većeg dotoka Rječine.

Ličko-senjska županija smještena je u sjevernijem dijelu hrvatskog primorja, te predstavlja važno spojno značenje unutar prostora Republike Hrvatske. Na sjeverozapadu graniči s Primorsko-goranskom županijom, na sjeveru s Karlovačkom, na jugu i jugoistoku sa Zadarskom te na istoku s Bosnom i Hercegovinom. Ona je najveća županije na području države te kao takva ima površinu od 5.350 km^2. Pripada joj veći dio ličkog zaleđa, veći dio planine Velebit, priobalje unutar granica županije i sjeverozapadni dio otoka Paga. Od morske površine pripada joj 596,63 km^2 te 2,29km^2 površine svih otoka države. Dužina obalne linije kopnenog dijela županije iznosi 110 km, a otočne linije obale 90 km. Županiji pripada 12 jedinica lokalne uprave i samouprave od čega su 4 grada (Gospić, Novalja, Otočac i Senj) te 8 općina.[10] Zbog velike površine županije, ističe se nekoliko vrsta klime: planinska, kontinentalna koja prevladava na većem dijelu prostora, i mediteranska. Kontinentalnu klimu karakteriziraju suha ljeta s malo padalina te oštre i hladne zime tijekom kojih se može očekivati pojava snijega koji se u nekim dijelovima može zadržati oko 4 mjeseca. Zbog blizine Velebita, obalni prostor karakteriziraju jaki vjetrovi, ponajviše bura. Zbog složene orografije, blizine Velebitskog masiva u zaleđu, vjerojatnost puhanja jakih i olujnih bura je nešto veća nego u drugim županijama. Velebitski kanal karakteriziraju najveće suprotnosti na Jadranu što se tiče vjetra; od mirnih i dugotrajnih bonaca koje daju dojam sigurnosti i mirnog mora u međuotočnom području do najžešćih bura i juga koji onemogućavaju pristup lukama. Na području Velebitskog kanala bura postiže najveću brzinu na Jadranu, te puše na mahove i često dostiže orkansku jačinu. Zbog male udaljenosti do mora i vjetra olujne jačine, oblaci nad Velebitom stižu prekasno za upozorenje. Zbog nepostojanja prepreka na Velebitu, bura se brzo i iz raznih smjerova spušta do mora što dodatno stvara vrtložna gibanja. Takva bura može u potpunosti obustaviti pomorski promet. Jugo se također može razviti do olujne jačine na ovom području

[10] http://www.licko-senjska.hr/index.php/o-zupaniji/opci-podaci – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

zbog smjera pružanja Velebitskog kanala koje je jednako smjeru puhanja juga. Ono se postepeno stvara tako da se plovila mogu na vrijeme skloniti. Lebić je treći vjetar po jačini na ovom području koji se obično javlja pri neverinima, puše na mahove, a trajanje mu je kratko, do nekoliko sati. U slučaju puhanja jugozapadnjaka na širem području kanala, udari su slabije izraženi te kao takvi ne predstavljaju veliku opasnost po sigurnost plovidbe. U vrijeme ljetnih mjeseci, česta pojava je maestral kojemu je smjer promjenjiv, ovisi o obliku privjetrišta i ulaska u zavale kopna podno Velebita te puše na mahove. U zimskim mjesecima plovidbu mogu otežavati tramontana i vjetar iz zapadnih smjerova za vrijeme neverina. Bura se na području Senja javlja u 37,7% slučajeva, ima ENE smjer te u 20% vremena puše brzinom većom od 10,7 m/s. Jugo se javlja u svega 7,1% slučajeva, a zajedno s burom, najčešće se javljaju u hladnom dijelu godine zbog uobičajene raspodjele baričkih sustava odnosno gibanja ciklona i anticiklona nad područjem Hrvatske. Vjetar srednje satne brzine veće od 5,4 m/s javlja se u 41,9% vremena. Za vrijeme puhanja bure koja puše s kopna u uvali nema većih vjetrovnih valova, dok se za vrijeme jakog vjetra pojavljuju odrazni valovi koji stvaraju križano more koje u lukama na kopnu stvara jaku bibavicu. Kratke valove sa velikom količinom morske prašine stvara olujna bura čime se značajno smanjuje vidljivost, pogotovo kod manjih plovila. Tramontana je drugi najopasniji vjetar jer stvara visoke valove do visine od 2,5 m. Veći valovi, visine od 2,9 m, mogu se razviti puhanjem juga jer je duljina privjetrišta nešto veća. Neverini uzrokovani jugozapadnim vjetrom mogu kratkoročno stvoriti velike valove, naročito na području od Crikvenice do Prizne. Kao i na većem dijelu istočne obale Jadrana, tako i u Velebitskom kanalu prevladava jugoistočna dužobalna Jadranska struja. U slučaju lijepog vremena njena brzina ne prelazi 0,3 čv. Strujanje brzine do 2,5 čv može uzrokovati olujna i orkanska bura iz sjeveroistočnog smjera u Senjskim vratima, Paškom, Rapskom i Grgurovom kanalu, dok olujno jugo ubrzava strujenje do 1,5 čv. Sjeverni i sjeverozapadni vjetrovi mogu mjestimično izmijeniti smjer struje brzine do 1,5 čv.

Zadarska županija je smještena na središnjem dijelu hrvatske obale Jadrana, te stvara poveznicu između sjevernog i južnog hrvatskog primorja. Na sjeveroistoku graniči s Ličko-senjskom županijom, jugozapadu Šibensko-kninskom, a morski dio je okružen otočnim skupinama Ličko-senjske, Primorsko-goranske i Šibensko-kninske županije. Županija je srednje površine te obuhvaća 3.643,33 km^2 kopnene površine države i 3.632,9 km^2 hrvatskog dijela Jadranskog mora. Kao i većinu ostalih županija, i Zadarsku karakteriziraju brojni otoci, kanali, morski prolazi, duboko uvučene morske površine u kopno te razvedena obala. Dok je obalni pojas gušće naseljen, otočni dio je slabo naseljen ili u potpunosti nenaseljen. Teritorijalno je organizirana u 34 jedinice lokalne uprave i samouprave, od čega je 6 gradova (Zadar, Benkovac, Biograd na Moru, Obrovac, Pag i Nin) i 28 općina. Od otoka su gušće naseljeni Pag, Ugljan, Dugi otok i Pašman, dok su ostali otoci slabije naseljeni izvan sezone, a u ljetnim mjesecima su preplavljeni posjetiteljima. Morsko područje Zadarske županije obuhvaća dio Velebitskog kanala, Novigradsko i Karinsko more, Virsko more, Zadarski, Pašmanski, Vrgadski i Srednji kanal. Osnovni prolazi koji povezuju pojedina područja jesu Mali i Veli Ždrelac, Sedmovraće i Proversa Vela i Mala. Velebitski kanal obilježavaju velike dubine te je tako plovan po cijeloj duljini, a predstavlja područje između spojnice uvala Tribanj-Mandalina-Ljubačka vrata do ulaza i Novsko ždrilo. Zadarski kanal također karakteriziraju velike dubine te njime mogu ploviti brodovi svih veličina bez opasnosti od navigacijskih zapreka. Obale kopna i otoka Zadarske županije oblikovane su u sedimentnim stijenama, a to su vapnenci donje krede, prijelazne kredne karbonatne breče, gornjokredni vapnenci i dolomiti u izmjeni i gornjokredni rudistni vapnenci. Na jugozapadnom dijelu županije, tj. na otocima, prevladavaju karbonatne stijene krednog perioda. Takve otoke odlikuje tipični krški krajolik. Među njima se ističe jedino sjeveroistočna obala otoka Pašmana, čija je obala oblikovana u siliciklastičnim stijenama uz prevladavajuće karbonatne stijene. Na području Zadarske županije razlikuju

se tri osnovna tipa morskog dna: golo kamenito morsko dno bez sedimenata ili mjestimično vidljivih, morsko dno prekriveno grubo-zrnastim pjeskovitim do šljunkovitim sedimentima i morsko dno prekriveno sitno-zrnastim muljevitim sedimentima. Uz obalu, pomorske padine su kamenite zbog utjecaja erozijskog djelovanja valova. S obzirom da je utjecaj marinske erozije na obalu selektivan, dijelovi obale oblikovane pješčenjacima tvore rtove, a na mjestima gdje prevladavaju siltitne zone, nastale su uvale s pješčanim žalima. Diljem Zadarske županije vremenske prilike se znatno razlikuju. Ljeta su u obalnom dijelu uglavnom suha i topla, a zime blage i kišovite što su karakteristike sredozemne klime. U zaleđu su zime oštrije nego na obali i otocima te se stoga može reći da tamo prevladava submediteranska klima s nešto većim dnevnim i godišnjim kolebanjima temperatura. Godišnja temperatura u prosjeku se kreće između 12℃ i 15℃. Snijeg je česta pojava na planinama gdje su zime najoštrije. Područje Zadarske županije izloženije je maestralu (NW) nego buri i jugu zbog činjenice da je obala isturenija od ostatka, otoci su razvedeniji te je prostorno otvoreno sjeverozapadnom prolazu odakle ljeti puše maestral. Manji utjecaj bure se može objasniti položajem Velebita koji Zadarski kanal djelomice štiti od prodora bure, kanalizirajući je sjevernijim i nižim Vratnikom i Senjskom Dragom te južnim i nižim zrmanjskim vratima između Popine i Pađena. Osim toga, bura prilikom prolaska kroz Ravne Kotare dodatno oslabi tako da do obalnog ruba izgubi onu snagu koju je imala uz velebitske padine. Upravo zbog rasporeda planinskih masiva u unutrašnjosti sjeverne Dalmacije, bura ima manju snagu nego na području Kvarnerića i Velebitskog kanala. Najčešći vjetar koji puše je smjera SE-E te on predstavlja 30% svih vjetrova na području Zadarske županije. Drugi po učestalosti je maestral koji puše u 17% slučajeva, dok je bura tek na trećem mjestu i njena učestalost iznosi 14%. Ostali vjetrovi na tom području su male učestalosti i kratkog trajanja. U ljetnom periodu znaju se javiti bura, jugo i lebić, dok se prilikom stabilnog vremena od podneva do navečer javlja maestral iz W smjera koji je osrednje jačine te može smetati manjim plovilima. Također, uz obalu tijekom ljetnih večeri i noću može puhati burin, vrlo slab vjetar koji puše s kopna te je posljedica temperaturnih razlika između kopna i mora. S maritimnog stajališta, osnovno obilježje ovog područja je vjerojatnost pojave tišine (brzina vjetra manja od 0,3% m/s). Godišnji prosjek ove pojave iznosi 29%, a posljedica je opravdano očekivanje da će se najveći broj dolazaka i odlazaka brodova odvijati uz postojanje vjetra. Pojave naglih lokalnih oluja, tj. nevera, moguće su tokom ljetnih mjeseci. S obzirom da pretežno nastaju kao posljedica lokalnih atmosferskih poremećaja, teže ih je predvidjeti te tako mogu otežati plovidbu prema ili od luke. Pretežno se javljaju kao nagli kratkotrajni naleti jugozapadnih vjetrova, ponekad mogu biti olujne jačine, imati brzinu i preko 40 čv te biti praćeni jakom kišom. S obzirom da je obalno područje Zadarske županije relativno zaštićeno, postoje različiti uvjeti nastanka i razvitka valova. Stvaranju valova smjera SE-NW pogoduje izduženi kanalski oblik. Zbog kratkog privjetrišta, za vrijeme bure nije moguće stvaranje većih valova. Valovi zaostaju za vjetrom po vremenu nastanka, a po visini su manji od očekivanog. S obzirom na konfiguraciju terena, ne očekuju se valovi koji bi predstavljali opasnost po sigurnost plovidbe brodova veće i srednje veličine. Puhanje juga izaziva najveće valove. S obzirom da je tada privjetrište nešto veće, moguće je očekivati valove visine iznad 1,8 m. Valove visine do 1,5 m može izazvati maestral, dok lebić, ponent i nevere uzrokuje valove do 1,1 m. Mjerenja su pokazala da na području Zadarskog kanala u promatranom razdoblju od 90 dana, zimi ima gotovo dvostruko više dana (20) nego u jesen (11) s umjerenim valovima do visine 1,5 m, dok je jako valovitih dana približno isto za jesen (5) i zimu (4) s valovima preko 1,5 m. Na promatranom području, morske struje slijede tokove opće cirkulacije i ne prelaze vrijednosti od 0,5 čv za mirnog vremena. Uz obalu i u zavalama morske struje teku obrnuto od kazaljka na satu, dok uz vanjsku obalu otoka prevladava NW struja brzine 0,5-1,0 čv. U slučaju olujnog vremena, vrijednosti se dižu na 1,5 čv. Između sjevernodalmatinskih otoka, sjeverozapadna struja je slabija, te povremeno može promijeniti smjer u pojedinim kanalima, posebno u slučaju puhanja NW vjetrova. Između otoka brzine iznose 0,5 čv,

osim u uskim prolazima gdje mogu dostići i do 1,0 čv, gdje u slučaju olujnog juga, brzina može narasti na 3,0 čv. Za vrijeme vrlo jakih vjetrova, površinski sloj vode može doseći brzinu od 2 do 3 čv, no kako se dubina povećava, tako i brzina pada do 1,5 čv. Prilikom puhanja srednje i slabo jakih vjetrova, brzina ne prelazi 0,5 čv. Male promjene ovih struja mogu se očekivati jedino prilikom pojave izrazito velikih plimnih pojava.

Šibensko-kninska županija se prema prirodno-geografskim, društveno-gospodarskim i funkcionalno-gravitacijskim obilježjima dijeli na primorje s otočjem, te kontinentalno zaobalje. U zonu primorja s otočjem spadaju i područje estuarija rijeke Krke, koje obuhvaća obalno područje od Vodica do Morinjskog zaljeva, otoci Zlarin, Prvić i Kaprije, te zaobalni poljoprivredni prostor oko estuarija rijeke Krke sve do Skradina, uključujući Skradin i Skradinsko polje, te Bilice, Raslina i Zaton sa zaleđem. Županija je smještena u južnom dijelu Republike Hrvatske, u središnjem dijelu sjeverne Dalmacije. Ukupna površina županije iznosi 5.670 km^2, što uključuje 2.994 km^2 kopnene površine i 2.676 km^2 otočnog dijela s morem. Županija na sjeveru graniči sa Zadarskom županijom, na jugu sa Splitsko-dalmatinskom, dok istočni dio graniči s Bosnom i Hercegovinom, a zapadni tvori dio morsku granicu s Italijom. Obuhvaća dvadeset jedinica lokalne samouprave, od čega pet jedinica čine gradovi (Šibenik, Skradin, Vodice, Drniš i Knin), a preostalih petnaest općine. Morski dio županije sa otocima ima površinu od 2.676 km^2, odnosno čini 8,6% teritorija hrvatskog obalnog mora. Unutar županije se nalazi 285 otoka, ukupne površine 665 km^2. Upravo zbog takvog tipa obale i broja otoka, obala Šibensko-kninske županije je najrazvedenija u Hrvatskoj. Od 285 otoka, pet otoka površine ispod 10 km^2 je naseljeno, a to su Zlarin, Kaprije, Žirje, Prvić i Krapanj. Osim Kaprija i Žirja koji su nešto udaljeniji od obale, ostala tri otoka predstavljaju užu gravitacijsku zonu Šibenika. Otoci koji su bili relativno dobro naseljeni u 19. st. danas su u teškoj demografskoj, socijalnoj i gospodarskoj krizi. Na morskom dijelu županije nalazi se i nacionalni park Kornati koji obuhvaća skupinu od 125 otoka, otočića i nadmorskih grebena. Obala Šibensko-kninske županije je najvećim dijelom niska i stjenovita. Tamo gdje je abrazijski utjecaj slabiji, a to je na krajevima zaljeva i uvala, oblikovale su se šljunčane obale. Na području Morinjskog zaljeva, zbog znatnijeg akumuliranja sitnijih sedimenata, prevladavaju muljevite obale. Na području županije prevladavaju kamenite i šljunčane plaže, te se ponekad pojavljuje i pješčana. Kao i ostatak obale, i područje Šibensko-kninske županije karakterizira Csa tip klime prema Köppenu, odnosno subhumidna ili poluvlažna klima prema Thornthwaiteovoj klasifikaciji. Na prosječne vrijednosti osnovnih klimatskih elemenata obalnog područja i cijele šibenske otočne skupine ponajviše utječe geografski položaj u umjerenim geografskim širinama, i to u središnjem dijelu istočne obale Jadrana, a zatim sekundarna cirkulacija atmosfere u tom prostoru, te tercijarna, odnosno lokalna cirkulacija zraka. Zbog prosječne godišnje dužine trajanja sijanja Sunca od oko 2.700 sati, taj prostor pripada najosunčanijim dijelovima Sredozemlja. U prosjeku je tokom godine svaki treći dan vedar. Godišnji hod temperature zraka je prijelazni maritimno-kontinentalni, jer godišnja amplituda temperature zraka iznosi između 15 °C i 20 °C. Godišnji hod temperature je gotovo identičan za cijelo područje. U siječnju su najniže srednje mjesečne temperature, dok su u kolovozu najviše. Vrijednosti apsolutne maksimalne temperature kreću se od 39,2 °C u Šibeniku, dok se na istom području vrijednosti apsolutnih minimalnih temperatura kreću do -11,0 °C. Analiza smjera i brzine vjetra zasniva se na periodu od 2003. do 2008. godine s raspoloživim homogenim nizom mjerenja. Godišnja ruža vjetra za taj period na glavnoj meteorološkoj postaji Šibenik pokazuje da najčešći vjetar puše iz smjera NE i sjevernog je smjera (33%), tj. bura. Najjača bura se javlja podno nižih planinskih prijevoja gdje se zbog kanaliziranog strujanja zraka pojačava njena jačina. Uz buru, veoma često je i jugo (SE-E) koje se bilježi u 20% satnih termina godišnje. Analiza sezonskih ruža vjetra pokazuje da zimi bura puše u više od 40% vremena, te da u 76% pojava vjetra čija je brzina veća od 5,4 m/s puše upravo bura. Istu brzinu vrlo

često poprimi i jugo, dok vjetrovi ostalih smjerova vrlo rijetko pušu brzinom većom od 5,4 m/s na promatranom području. Vjetar zapadnih smjerova (SW-W-NW) ima najmanju prosječnu brzinu koji ne prelazi 2 m/s. Tokom ljetnih mjeseci česta je pojava vjetra smjerova S-SW-W (37%). Na meteorološkoj postaji Šibenik najčešće puše vjetar srednje satne brzine 0,3-3,3 m/s (0-2 bofora), i to u 61% slučajeva godišnje. Relativna čestina vjetra brzine 5,5-10,7 m/s iznosi 16%, dok se vjetar čija brzina prelazi 10,8 m/s javlja u 0,5% slučajeva godišnje. Zimi najčešće puše vjetar čija brzina prelazi 5,4 m/s (u 25% pojava vjetra), dok se ljeti javlja u svega 9% pojava vjetra. Učestalost tišina kreće se od 7,4% vremena zimi do 9,6% vremena u jesen. Bura koja puše orkanskom jačinom uzrokuje valovito i jače valovito more s morskom prašinom, dok olujno jugo i jugozapadni vjetar uzrokuju jače i jako valovito more na cijelom području osim u zavjetrištima. Sjeverozapadni vjetar i tramontana mogu uzrokovati jače valovito more uz obalu između uvale Grebaštica i rta Ploča. Morske struje u promatranom području slijede tokove opće cirkulacije i ne prelaze vrijednost od 0,5 čv za mirnog vremena. U luci Šibenik na području jugozapadno od ulaza u kanal Sv. Ante prevladava izlazna struja brzine od 0,5 čv za vrijeme slabog dotoka rijeke Krke i do 3 čv za vrijeme jakog dotoka rijeke Krke. Za vrijeme puhanja juga, uz sjeveroistočnu obalu kreće se struja NW smjera brzine 0,5 čv dok uz vanjsku obalu otoka ta ista struja može doseći brzinu od 1 čv, dok se za vrijeme olujnog juga brzina povećava do 1,5 čv. Sjeverozapadna struja između pojedinih otoka je slabija, te u pojedinim kanalima, pod utjecajem NW vjetrova, može promijeniti smjer. Između otoka struje imaju brzinu do 0,5 čv, a u uskim prolazima brzina može narasti do 1,0 čv, dok uz olujno jugo ta brzina može doseći 3,0 čv. Površinski sloj vode za vrijeme vrlo jakih vjetrova može doseći brzinu od 2-3 čv, no kako se dubina povećava, tako i brzina slabi do 1,5 čv. Pri srednjim i malim brzinama vjetra, brzina morske struje ne prelazi 0,5 čv. Kod ekstremnih plimnih promjena može doći do malih promjena ovih struja. Oscilacije morskih struja zabilježene su na sezonskom i mjesečnom periodu. U prosjeku je strujanje intenzivnije za vrijeme hladnog dijela godine, nego u proljeće i ljeti, iako se mogu desiti i odstupanja od pravila. U veljači su zabilježena najintenzivnija strujanja, dok su u kolovozu najslabija, što se uklapa u prosjek na području cijelog istočnog dijela Jadrana.

Splitsko-dalmatinska županija se nalazi na središnjem dijelu jadranske obale. Ukupna površina županije iznosi 14.106,40 km^2, od čega na kopno pripada 4.530,64 km^2, a na morski dio 9.547,40 km^2. Zaobalni dio zauzima najveći dio površine, dok otoci zauzimaju najmanji. Županija na zapadu graniči sa Šibensko-kninskom županijom, na istoku s Dubrovačko-neretvanskom, na sjeveru s Bosnom i Hercegovinom dok na južnim morskim granicama graniči sa Italijom. Organizirana je u 55 jedinica lokalnih uprava i samouprava, od čega 16 jedinica čine gradovi (Split, Hvar, Imotski, Kaštela, Komiža, Makarska, Omiš, Sinj, Solin, Stari Grad, Supetar, Trogir, Trilj, Vis, Vrgorac i Vrlika), a preostalih 29 jedina čine općine. Prema prirodno-geografskim, društveno-gospodarskim i funkcionalno-gravitacijskim obilježjima, županiju je moguće podijeliti na tri geografske podcjeline: zaobalje, priobalje i otoci. Priobalje je najrazvijenije, a otoci su usprkos slaboj naseljenosti, ekonomski razvijeniji od zaobalja. Na području Splitsko-dalmatinske županije nalazi se 74 otoka, od kojih se veličinom i naseljenošću izdvaja 5 otoka: Čiovo, Šolta, Brač, Hvar i Vis. Manji otoci koji su također naseljeni tokom cijele godine su Veli Drvenik, Sv. Klement, Šćedro, Biševo i Sv. Andrija. Obalni dio počinje od rta Ploča ispred kojeg se nalazi otvoreno more bez ijednog otoka i otočića. Na toj točki odvaja se sjeverna skupina jadranskih otoka i kanala od južnih, te se pravac pružanja dinarskog planinskog lanca kreće u smjeru zapad-istok koji se nadalje podudara sa smjerom pružanja otoka i kanala. Obala kopna od rta Ploča do rta Jelinak veoma je razvedena i kamenita, dok je lanac niskih, jednoličnih brežuljaka obrastao grmljem. Na tom potezu nalazi se i nekoliko uvala: Sičenica, Stari Trogir i Vinišće. Duž obale kopna od rta Jelinak do luke Stobreč smjestio se na jednom dijelu otok Čiovo koji je spojen s obalom

pokretnim mostom. Njime se to područje dijeli u dva velika zaljeva: Trogirski i Kaštelanski. Od luke Stobreč do Makarske obala je u prvom dijelu relativno niska, brežuljkasta, dobro obrađena i pošumljena, dok se u pozadini vide krševiti obronci planine Mosor. Nakon rijeke Cetine nastavlja se brdski lanac Omiške Dinare koji je od planinskog masiva Biokovo prekinut karakterističnim krševitim i strmim prijevojem uvale Vrulja. More je od luke Stobreč do rta Mutogras plitko sve do 350 m od obale. Od luke Omiš do luke Makarska more je uz obalu duboko, a obala je izrazito strma. Nadalje, od luke Makarska do luke Zaostrog obala kopna je u uskom primorskom pojasu niska i brežuljkasta, djelomično je pošumljena, da bi se prema jugu naglo uzdizao visoki krševiti planinski lanac Biokovo i planina Sutvid. Obala do granice županije je visoka, strma i kamenita, dok je primorski dio pošumljen i djelom obrađen. Obalni i otočni dio Splitsko-dalmatinske obale ima obilježja Csa tipa klime (sredozemna klima sa suhim vrućim ljetom) prema Köppenu, odnosno subhumidne ili poluvlažne klime prema Thornthwaiteovoj klasifikaciji te se kao takva uklapa u klimatsko-meteorološke obrasce hrvatskog dijela Jadrana. Temperatura zraka na godišnjoj razini je prijelazno maritimno-kontinentalna zbog činjenice da godišnja amplituda temperature zraka iznosi između 15 °C i 20 °C, dok je srednja godišnja temperatura županije 15,4 °C. Za cijelo područje znakovit je gotovo jednak godišnji hod temperature. U siječnju su najniže srednje mjesečne temperature, dok su u kolovozu one najviše. Za županiju je karakterističan dnevni hod temperature zraka s minimumom u ranim jutarnjim satima, a maksimumom u ranim poslijepodnevnim satima, dok su dnevne amplitude temperature veće tijekom ljetnih mjeseci i iznose oko 5 ºC. Područje županije je izrazito vjetrovito područje. Dominanti vjetrovi su bura i jugo i oni mogu puhati tijekom cijele godine, dok ljeti najčešće puše maestral. Vjetar sa svojom snagom i smjerom može uvelike utjecati na sigurnost plovidbe, posebice kod manevriranja broda prilikom uplovljavanja i isplovljavanja iz lučkog akvatorija. Vjetrovne prilike uglavnom ovise o geografskom položaju, razdiobi baričkih sustava opće cirkulacije zraka, utjecaju mora i kopnenog zaleđa, dijelu dana odnosno godine i dr. Koliko će vjetar utjecati na osjetljivost lokacije ovisi i o drugim čimbenicima poput izloženosti (ekspoziciji), konkavnosti ili konveksnosti reljefa, nadmorskoj visini i dr. Prema izvršenim mjerenjima, čestina bure zimi veća je od 43%. Osim što je najčešći vjetar, bura je i najjači na tom području. U 74% slučajeva tokom zime, brzina puhanja bure bude veća od 5,5 m/s, iako i jugo može puhati brzinom većom od 5,6 m/s. Vjetrovi ostalih smjerova na području Splita rijetko pušu brzinom većom od 5,4 m/s. Prosječan godišnji broj dana s jakim vjetrom (≥6 Bf) na meteorološkoj postaji Split Marjan je 109 dana, dok je broj dana s olujnim vjetrom (≥8 Bf) 23,5. Zimi su izmjereni maksimalni sezonski udari vjetra i oni iznose 48,5 m/s, dok se učestalost tišina (brzina vjetra manja od 0,3 m/s) pojavljuje 76 puta sezonski. Na području cijele Splitsko-dalmatinske županije bura može puhati olujnom jačinom, dok na području Bračkog kanala može puhati i orkanskom jačinom što uzrokuje kratke valove podižući morsku prašinu što smanjuje vidljivost. Jugo koje puše uzduž kanala može poprimiti olujnu jačinu te tako uzrokuje valovito i teško more (valovi preko 5 m) i pojavu ukrižanog mora. Jako valovito more s valovima i do preko 4 m uzrokuju jaki NW i W vjetrovi na južnim i zapadnim obalama otoka. Kretanje vodenih masa u Splitskom, Bračkom i Hvarskom kanalu uglavnom je usmjereno prema zapadu te se tako stapa s ostalim kretanjima duž istočne strane Jadrana. Vjetar može, posebice ljeti, utjecati na površinske struje. Na promatranom području morske struje slijede tokove opće cirkulacije i uglavnom ne prelaze vrijednost od 0,5 čv za mirnog vremena. Struja smjera NW uglavnom se javlja uz vanjsku obalu otoka i to pri brzinama od 0,5 do 1,0 čv. Za vrijeme puhanja olujnog juga, struja W smjera može se kretati brzinom do 1,5 čv, te tako stvoriti jake vrtložne struje. Zapadna struja između pojedinih otoka je slabija, ali povremeno može promijeniti smjer u slučaju puhanja NW vjetrova. Struje morskih mijena između otoka imaju brzinu od 0,3 do 0,5 čv, dok za vrijeme olujnog juga na području Trogirskog kanala one mogu doseći brzinu do 3 čv. Površinski sloj vode za vrijeme vrlo jakih vjetrova može doseći brzinu od 2 do 3 čv, no već na manjoj dubini

ona ne prelazi brzinu od 1,5 čv. Pri srednjim i malim brzinama vjetra, brzina morske struje ne prelazi 0,5 čv. Male promjene ovih struja mogu se očekivati prilikom pojave izrazitih promjena visine vode odnosno ekstremnih plimnih pojava. Oscilacije morskih struja zabilježene su na sezonskom i mjesečnom periodu. Strujanje je općenito intenzivnije za vrijeme jesenskog i zimskog perioda, nego u proljeće i ljeto, iako i tu postoje iznimke. U veljači je zabilježeno najintenzivnije strujanje, dok je u kolovozu ono najslabije, što je nadalje u skladu sa sezonskim oscilacijama morskih struja duž istočne obale Jadrana.

Dubrovačko-neretvanska županija smještena je na samom jugu Republike Hrvatske. Na sjeverozapadu graniči sa Splitsko-dalmatinskom županijom, na sjeveru graniči s Bosnom i Hercegovinom, na jugoistoku s Crnom Gorom, dok joj morske granice graniče s Italijom, Crnom Gorom i Bosnom i Hercegovinom (područje oko Neuma). Ima površinu od 9.288,69 km^2, pri čemu se kopno prostire na 1.780,86 km^2, a more na 7.507,83 km^2, dok je obala dugačka 1.024,63 km. Na području županije nalaze se 22 jedinice lokalne uprave i samouprave, od čega je 5 gradova (Dubrovnik, Ploče, Metković, Korčula i Opuzen) i 17 općina. Posebnost Dubrovačko-neretvanske županije je uzak i nehomogen obalni pojas kojeg od unutrašnjosti odvaja planinski masiv, koji je na području Neum-Klek prekinut državnom granicom s Bosnom i Hercegovinom. Obalno područje samo u Donjoneretvanskoj dolini ima prirodnu vezu s unutrašnjošću i spoj prema sjeveru sve do panonskoga dijela Hrvatske. Tako se županija može funkcionalno i fizionomski podijeliti na dva dijela: relativno usko uzdužno obalno područje s nizom pučinskih i bližih otoka te prostor donje Neretve s gravitirajućim priobaljem. Otoci bitni za ovo područje su Korčula, Mljet, Lastovo i grupa Elafitskih otoka. Obalna linija je veoma razvedena i razlikuje se od zaštićenih uvala s pjeskovitim plažama do izložene strme obale s klifovima. Kao i ostali južni dio Hrvatske, i Dubrovačko-neretvanska županija ima obilježja sredozemne klime. Ljeta na području županije su vruća s razdobljima suše, dok ostala godišnja doba karakteriziraju obilne oborine i umjerene temperature. Najviše godišnje temperature se javljaju tijekom srpnja i kolovoza, a u prosjeku iznose 34 °C. Siječanj je zbog utjecaja jake bure najhladniji mjesec u godini, te se temperatura zna spustiti do -7 °C. Srednja godišnja temperatura zraka za razdoblje od 1925. do 1940. godine iznosila je 16,1 °C, dok je od 1948. do 1960. iznosila 16,4 °C. U morskom dijelu Dubrovačko-neretvanske županije, bura može puhati olujnom, ali i orkanskom jačinom. Najava bure je nastanak nagomilanih bijelih oblaka iznad ili iza visokih planinskih lanaca koji se javljaju neposredno prije početka puhanja bure. U Dubrovniku je najučestalija zimi te je tako zabilježena u 27,6% slučajeva. Predznak prave bure je tramontana koja puše iz N i NNW smjera (11,0% i 9,1% redom). Osim bure, česta pojava je i jugo koje može puhati olujnom jačinom zbog otvorenosti prema jugoistoku. Jugo može biti ciklonalno te u tom slučaju traje u prosjeku dva dana i anticiklonalno koje može potrajati do tjedan dana. Na godišnjoj razini se u prosjeku javlja u 16,7% slučajeva. Najučestalije je u proljeće (24,5%) kada može postići i olujnu jačinu. Treći vjetar koji se javlja je lebić koji može puhati do par dana pritom uzrokujući jače valovito more. Osim njega javlja se i ponent koji puše s otvorenog mora te stvara uzbibano more. Na južnom Jadranu česta pojava je i maestral koji na tom području puše jače nego u ostalim dijelovima Jadrana. Ako se gleda samo jačina vjetra bez smjera, može se primijetiti da većinom puše vjetar od 1 do 3 Bf (od povjetarca do slabog vjetra) i to u 79,3% slučajeva. Relativna čestina umjereno jakog vjetra (4-5 Bf) je 15,3%, a jačeg od 6 Bf je 2,8%. Tišina je opažena u 2,6% slučajeva. U južnom Jadranu zbog vjetrova ponenta i lebića mogući su veliki valovi u zimskom periodu godine, a zbog maestrala u ljetnom periodu. Razvijena valna slika dopire do rta Kantafig, a u samu luku Gruž ulazi mrtvo more. Južnije od rta Kantafig moguće je očekivati značajne valove iz smjera NNW visine do 0,8 m, duljine 14 m i perioda 4,6 s. Kako se kreću prema jugu, tako se i njihova visina smanjuje. Pred lukom Gruž brzina morske struje je približno 0,8 čv, iako ta brojka varira o morskim mijenama. Do brzine od 2 čv na površini može doći uslijed puhanja olujnog juga kao i ostalih jakih vjetrova

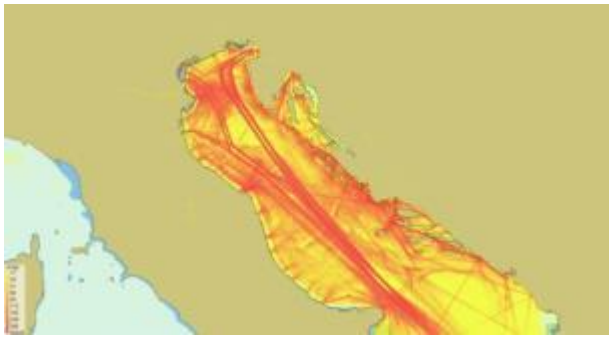
iz zapadnih smjerova. Ciklonalni tok gradijentske morske struje na području ulaza u luku Gruž povećan je dotokom vode iz Rijeke dubrovačke, te tada brzina iznosi približno 1 čv. U slučaju jake bure ili oseke, brzina struje može narasti do 1,5 čv što utječe na sigurnost plovidbe, tj. na manevar broda.

3.16.1.5. *Uzrok*

Najvažniji smjer za transport nafte, naftnih derivata i ostalih opasnih i štetnih tvari u Jadranskom moru uvozni je put, odnosno središnji plovidbeni put koji dolazi kroz Otrantski tjesnac i prelazi cijeli bazen do najvećih luka sjevernog Jadrana. Međutim ovom procjenom rizika razmatran je utjecaj pomorskog prometa u području cijelog Jadranskog mora.

3.16.1.5.1. PLOVIDBENI PUTOVI I NAVIGACIJSKA OBILJEŽJA JADRANA

Jadransko more predstavlja bazen dugačak 800 km i širok 200 km koji je povezan sa Sredozemnim morem kroz uski Otrantski tjesnac koji spaja Jonsko i Jadransko more. Na navedenom plovnom putu razlikuju se dva nautički bitno različita dijela: dio plovnog puta od Otranta do otoka Suska u duljini od 325 do 328 Nm, što je približno 86% ukupne duljine plovnog puta, pri čemu se plovila u plovidbi kreću otvorenim morskim područjem, te dio plovnog puta od otoka Suska do luka sjevernog Jadrana odnosno područje usmjerene plovidbe.



Slika 6.16.-1. – Gustoća prometa na Jadranu (izvor: MMPI)

Osnovno obilježje glavnog plovidbenog pravca jest da on prolazi na udaljenosti od 5 Nm jugozapadno od otoka Palagruže za tankere koji plove prema lukama sjevernog Jadrana (u dolasku), a na udaljenosti od 10 Nm jugozapadno od otoka Palagruže za tankere koji plove prema Otrantu (u odlasku). Između otoka Palagruža i Pianosa uspostavljena je zona odvojene plovidbe. Na tom plovidbenom pravcu ujedno je najintenzivniji promet opasnog tereta. Slika u nastavku pokazuje gustoću prometa na glavnom uzdužnom plovidbenom putu središnjim dijelom otvorenog mora Jadrana. Međutim, treba istaknuti kako su do sada poduzete brojne mjere u smislu povećanja sigurnosti plovidbe Jadranskim morem, tako da se plovidba na ovom pravcu uglavnom odvija u dva nasuprotna tijeka plovidbe na kojima postoje sustavi odijeljenog prometa.

Osnovna navigacijska obilježja morskog područja Republike Hrvatske mogu se promatrati kroz:

- područje otvorenog Jadranskog mora
- plovna područja između otoka i obale
- glavne plovne putove za velike luke

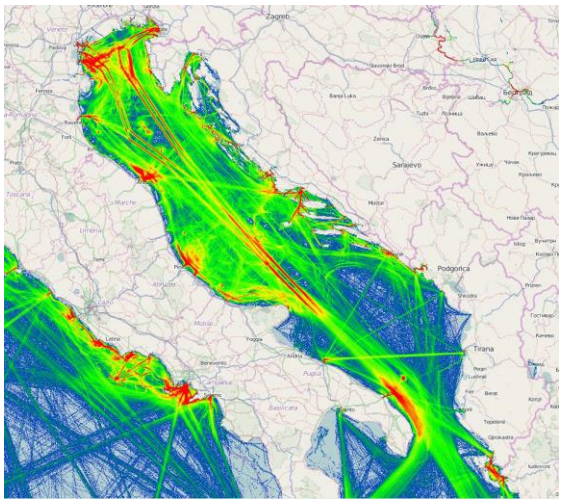
Područje otvorenog mora područje je slobodne plovidbe bez značajnih navigacijskih ograničenja. To je područje glavnog plovidbenog puta velikih trgovačkih brodova, u kojem nema istaknutih navigacijskih prepreka. Velik plovidbeni prostor pridonosi sigurnosti plovidbe takvih brodova do zadovoljavajuće razine, bez obzira na dnevne ili noćne uvjete plovidbe, te je vjerojatnost događaja pomorske nesreće koja bi za posljedicu imala razmjerno veliko onečišćenje mora u ovom području razmjerno mala.

Plovna područja između otoka i obale područja su vrlo intenzivnog prometa brodica za rekreaciju, ribarskih brodica i putničkih brodova na kružnim putovanjima ili u linijskom putničkom prometu. Taj je promet posebno izražen u ljetnim mjesecima i tada se ovim područjem kreće više od 150.000 takvih plovila. Veliki brodovi, s izuzetkom prilaza glavnim lukama, uglavnom ne plove ovim područjem. Zbog velikog broja otoka, otočića, hridi i plićina plovidba je velikim brodovima veoma složena pa je posebnim naredbama u pojedinim područjima plovidba zabranjena (Murtersko more, Žirjanski kanal, itd.). Zabrana se prvenstveno odnosi na brodove koji prevoze opasne tvari ili koji nisu degazirani te teretnim brodovima iznad 500 BT.

Slika 6.16. – 2. – Sustav odvojenog prometa „Vela vrata“

Glavni plovni putovi za luke prvenstveno se odnose na luku Rijeka i luku Ploče koje su glavne teretne luke Republike Hrvatske ostvarujući gotovo 90% ukupnog teretnog prometa hrvatskih luka, te su od osobitog gospodarskog značaja za RH. Luke Split i Zadar imaju najveći broj prevezenih putnika, te ih je opravdano smatrati vodećim sjevernojadranskim lukama u putničkom prometu. Svi su prolazi do razmatranih luka plovni za brodove svih veličina. Pored luke Rijeka, ova procjena razmatra i plovne putove do najznačajnijih luka sjevernog Jadrana Trst, Veneciju, Ravenu i Kopar. Na ovim dijelovima nema značajnijih mjera regulacije plovidbe, uz izuzetak sustava odijeljenog prometa Vela vrata između otoka Cresa i zapadne obale Istre.

Slika 6.16. – 3. – Sustav odvojenog prometa „Palagruža“



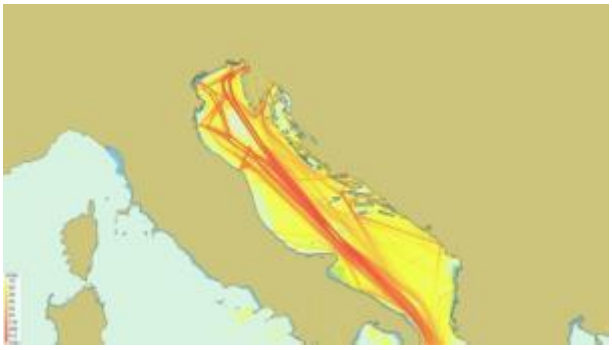
Slika 6.16.-4. – Prometni pravci na Jadranu

3.16.1.5.2. VRSTE PLOVILA U JADRANSKOM MORU

U Jadranskom moru, pa tako i na morskim područjima Republike Hrvatske kreću se teretni brodovi (za generalni teret, tankeri, kontejnerski, rasuti teret), putnički brodovi (ro-ro, redovite brodske linije, za kružna krstarenja), ribarski brodovi, servisni brodovi, te brodice i jahte.

Teretni brodovi

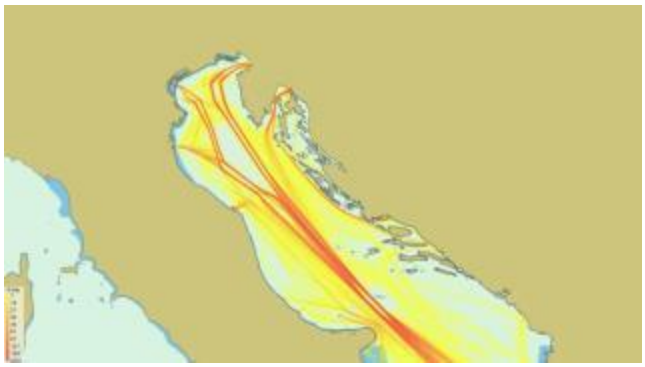
Teretni brodovi čine najveću grupu brodova koja uključuje: brodove za generalni i rasuti teret, kontejnerske brodove i tankere, te oni predstavljaju najveće izvore mogućeg onečišćenja u Jadranu, bilo da prevoze opasne i štetne tvari kao teret, ili zbog značajnih količina pogonskog goriva koje se nalaze na njima. Veliki teretni brodovi kakvi plove Jadranom mogu imati i nekoliko tisuća tona pogonskog goriva. Procijenjeno je da količine pogonskog goriva koje se mogu zateći na brodovima koji uplovljavaju u hrvatske luke iznose 1.500-2.500 tona teškog brodskog goriva. Veće količine pogonskog goriva, do 7.000 tona, nose veliki brodovi koji pristaju u najveće luke, dok najveći brodovi koji plove Jadranom mogu imati i do 12.000 tona teškog pogonskog goriva.



Slika 6.16.-5. – Promet teretnih brodova (izvor: CoastWatch, podaci za 2018. godinu)

Tankeri

Ova vrsta brodova je posebno značajna u kategoriji teretnih brodova jer prevozi najveće količine opasnog tereta, odnosno sirove nafte i naftnih prerađevina. U kontekstu onečišćenja mora velikih razmjera ova vrsta brodova je najznačajnija. Luke Trst i Rijeka, odnosno naftni terminali Siot i Omišalj, glavna su odredišta za tankere koji prevoze sirovu naftu, a koji plove jadranskim područjem. Tankeri koji prevoze naftne derivate i/ili kemikalije također se kreću Jadranom i pristaju u mnogim drugim jadranskim lukama kao što su: Drač, Bar, Ploče, Split, Zadar, Venecija, Ravenna, Falconara Marittima, Bari, i dr. U hrvatske luke godišnje uplovi oko 1500 tankera.11 Ovaj broj uključuje sve tankere u međunarodnoj i domaćoj plovidbi bez obzira na vrstu tereta – sirova nafta, naftni derivati i kemikalije. Nadalje, ovaj broj uključuje i male tankere dužobalnog razvoza derivata i opskrbe otočnih nautičkih benzinskih stanica, kao što su „MT Sepen“, „MT Kiac“, „MT Forca“, i dr., koji značajno pridonose ukupnom broju uplovljavanja.



Slika 6.16.-6. - Promet tankera (izvor: CoastWatch MMPI, podaci za 2018. godinu)

Putnički brodovi

Ovu vrstu brodova, a koji se kreću hrvatskih dijelom Jadrana mogu se svrstati u tri kategorije: brodove na linijskim prugama, velike brodove za kružna putovanja (kruzeri) i manje brodove za kraće izlete.

Linijska plovidba

Brodovi za prijevoz putnika i vozila održavaju redovite državne linije. Na području hrvatskog dijela Jadrana održavaju se 53 državne linije. Ljetna turistička sezona predstavlja najveće prometno opterećenje ovakvim brodovima. Spremnici pogonskog goriva na ovim brodovima imaju kapacitete od 15 – 55 tona dizelskog goriva.12

Kruzeri

Jadransko more ima značajnu ulogu u industriji krstarenja luksuznim brodovima. Sredozemlje je, poslije Kariba, drugo najveće tržište ove industrije, a Jadransko more za iste predstavlja atraktivnu lokaciju.

[11] Prema CIMIS, podatak za 2016. godinu

[12] Izuzetak čini motorni trajekt Korčula koji za pogonsko gorivo koristi teško brodsko gorivo. Dužina motornog trajekta Korčula je 101,4 m, širina 17,3 m, gaz 3,5 m. Kapacitet 700 putnika i 170 automobila

Slika 6.16.-7. – Glavna jadranska odredišta brodova na kružnim putovanjima

Glavna odredišta većih putničkih brodova u hrvatskom dijelu Jadrana su Dubrovnik, Split, Korčula, Šibenik i Zadar, dok su na talijanskoj strani to luke: Venecija, Trst, Bari i Ancona.

Promet ove vrste brodova ima izrazitu sezonalnost. Najveći broj dolaska i pristajanja odvija se tijekom ljetnih mjeseci, dok je broj dolazaka u ostalom dijelu godine izrazito manji. Razmjerno veličini broda, kapaciteti spremnika goriva na velikim putničkim brodovima koji uplovljavaju na promatrano područje kreću se do 3.000 tona pogonskog goriva.

Manji putnički brodovi

Hrvatska flota broji preko 400 brodova turističke namijene za jednodnevna ili višednevna krstarenja između hrvatskih poznatih turističkih destinacija. U najvećem broju su to brodovi pod hrvatskom zastavom dužine do 40 m i tonaže u pravilu manje od 300 t. Područje kretanja ovih brodova područje je unutarnjih morskih voda Republike Hrvatske i oni uglavnom plove u ljetnim mjesecima. Ova vrsta brodova u prosjeku raspolaže malim kapacitetima spremnika pogonskog goriva, od 2 do 5-6 tona.

Slika 6.16.-8. – Promet putničkih brodova (izvor: CoastWatch MMPI, podaci za 2018. godinu)

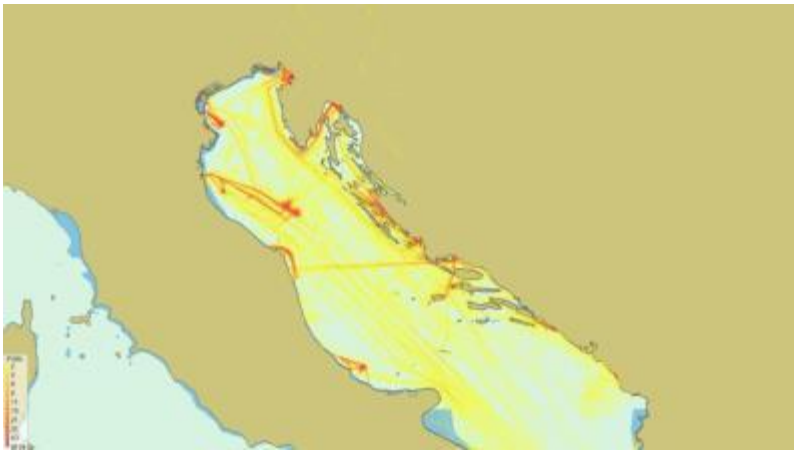
Ribarski brodovi

Ovi brodovi kreću se cijelim područjem. Ovisno o dužini ribarskih brodova procijenjene količine goriva na ovim brodovima kreću se u rasponu od 1 do 7 tona. Značajnu ulogu u prometu ove vrste brodova imaju talijanski ribarski brodovi. Naime, talijanski ribarski brodovi ne plove tijekom vikenda, dok je izlazak tijekom radnih dana u tjednu izrazito velik.

Na jadranskom području, pa tako i na hrvatskom dijelu Jadrana pored ribarskih brodova postoji i značajan broj ribarskih brodica lokalnog stanovništva. Količine goriva na takvim plovilima vrlo su male, pa je mogućnost onečišćenja mora s tih brodica iz daljnjeg razmatranja isključena.

Servisni brodovi

Ovu grupu čine brodovi koji su u funkciji obavljanja određene industrijske djelatnosti, te najčešće pružaju razne pomoćne ili logističke usluge. Tako u ovu grupu brodova pripadaju: tegljači, brodovi za polaganje podmorskih kablova, brodovi-dizalice, brodovi čistači, pilotine, i dr. Ova vrsta brodova uglavnom ima fiksne rute plovidbe s određenim odredištem.



Slika 6.16.-9 – Promet servisnih brodova (izvor: CoastWatch MMPI, podaci za 2018. godinu)

Brodice i jahte

Na području unutarnjih morskih voda RH ova kategorija plovila čini najintenzivniji promet. Promet takvih plovila u ljetnom razdoblju, za vrijeme turističke sezone, višestruko se poveća u odnosu na ostali dio godine. U prometu ovih plovila razlikuju se brodice lokalnog stanovništva, te jahte i brodice koje se duže ili kraće vrijeme zadržavaju na promatranom području. Brodice lokalnog stanovništva uglavnom su manjih dimenzija, te rijetko prelaze dužinu od desetak metara i u pravilu se kreću u blizini luka i lučica u kojima su stalno privezane. Sa stajališta ove procjene plovidba ovih plovila nema većeg značaja. Brodice i jahte koje su u prolazu, kraćem ili dužem krstarenju na stalnom ili privremenom vezu u lukama nautičkog turizma, uglavnom su veće od plovila domaćeg stanovništva pa je moguće sresti jahte dužine do pedesetak metara i veće. Područje kretanja im je znatno veće tako da se nerijetko kreću udaljenim morskim područjima na Jadranu. Na ovim plovilima količine goriva mogu doseći i do desetak tona, iako su u pravilu znatno manje.

3.16.1.5.3. LOKACIJE MOGUĆIH IZNENADNIH ONEČIŠĆENJA MORA S PLOVNIH OBJEKATA

Unutarnje morske vode

Do sada zabilježena onečišćenja u području unutarnjih morskih voda uglavnom su bila malih razmjera ne-perzistentnim uljima kao što su benzin i dizel, te je sezonalnost njihove pojavnosti izrazita. Onečišćenja se događaju uglavnom u ljetnim mjesecima kada područjem unutarnjih morskih voda plovi veliki broj rekreativnih brodica. S aspekta procjene rizika izuzetak mogu činiti moguća onečišćenja perzistentnim uljima (sirova nafta i brodsko pogonsko gorivo) koja se mogu dogoditi unutar ovog područja isključivo na plovidbenim putovima prema važnim lukama, a poglavito prema Luci Rijeka, odnosno naftnom terminal Omišalj.

Teritorijalno more

Područjem teritorijalnog mora kreću se razni brodovi, te je moguće očekivati onečišćenja uzrokovana perzistentnim uljima (sirova nafta i brodsko pogonsko gorivo).

Područje zaštićenog ekološko - ribolovnog pojasa (ZERP)

Ovim područjem kreće se najveći broj brodova (tankera) na putu prema sjevernojadranskim lukama, te su u ovom području moguća onečišćenja perzistentnim uljima velikih razmjera. Područje plovidbe uz zapadnu obalu Istre područje je uvećanog rizika.

Morska obala

Unatoč različitim metodama i tehnikama dostupnim za prikupljanje razlivenog ulja s površine mora, u najvećem broju slučajeva manja ili veća količina izlivenog ulja neminovno će dospjeti na obalu. Dosadašnja iskustava pokazuju se da u velikom broju uljnih onečišćenja, a posebice onih većih razmjera koja se dogode u relativnoj blizini obale, dolazi do manjeg ili većeg onečišćenja plaža, stijena te ostalih vrsta obale. Velika je vjerojatnost da će izliveno ulja na području Jadrana, unatoč naporima reagiranja, stići do obale, prvenstveno zbog zatvorenosti Jadranskog mora i brojnosti hrvatskih otoka.

U ovisnosti o količini i vrsti razlivenog ulja, meteorološkim i oceanografskim uvjetima u trenutku izljeva ulja obala može biti onečišćena u dužini i do nekoliko desetaka kilometara pa i više.

3.16.1.5.4. EKONOMSKA VALORIZACIJA MOGUĆEG ONEČIŠĆENJA MORA

Svako pojedino iznenadno onečišćenje morskog okoliša jedinstven je štetni događaj kojeg određuju razni čimbenici kao što su vrsta i količina razlivene tvari, lokacija nezgode, te meteorološki i oceanografski uvjeti u okolišu. Općenito, u procjenu troškova čišćenja i obnove morskog okoliša uključene su komponente (iako najčešće u praksi često nisu sve obuhvaćene): stvarna šteta (troškovi čišćenja, troškovi operacija prikupljanja ulja na moru i čišćenja obalnog pojasa), izmakla dobit (gospodarski gubici, odnosno stvarni nadoknadivi gubici uz procijenjenu vrijednost štete), te ekološka šteta (šteta u okolišu, odnosno procijenjena vrijednost štete na prirodnim resursima). U navedene troškove nisu uključeni troškovi popravka ili zamjene broda, izgubljeni prihod brodovlasnika, novčane kazne i naknadu vrijednosti izgubljenog tereta/ulja.

Stvarna šteta

U kategoriju stvarne štete ulaze troškovi čišćenja, popravka ili zamjene imovine oštećenika koja je bila zahvaćena onečišćenjem. U pojam štete zbog onečišćenja ulaze i troškovi zaštitnih mjera, odnosno svih onih mjera koje su poduzete nakon nastanka nezgode u svrhu sprječavanja ili smanjivanja štete zbog onečišćenja. Isto tako nadoknađuju se i troškovi zaštitnih mjera koji su poduzeti i u slučaju neposredne prijetnje nastanku štete zbog štetnog događaja.

Izmakla dobit

Izmakla dobit može se primjenjivati u djelatnostima u neposrednoj svezi s morem kao što su npr. ribarstvo, marikultura, prerada ribe i školjki i turizam. Naknada izmakle dobiti uključuje pretrpljene stvarne štete koje su izravna posljedica onečišćenja.

Ekološka šteta

Ekološka šteta se javlja kao specifična šteta onečišćenja okoliša. Kriterij razumnosti poduzimanja mjera podrazumijeva da se u prvom redu vodi računa u kojem opsegu mjere pridonose prirodnom oporavku okoliša, sprječavaju nastanak daljnje štete kao posljedice nezgode, kao i njihovoj tehničkoj izvodljivosti i troškovima.

Utjecaj količine i vrste razlivenog ulja na troškove čišćenja

Vrsta razlivenog ulja je jedan od najvažnijih faktora koji određuje cijenu čišćenja. U većini slučajeva, što ulje ima veću viskoznost, perzistentnost i ljepljivost, to će čišćenje uglavnom biti teže i skuplje. Izlijevanje lakih rafiniranih proizvoda (benzina i dizela) uglavnom ne zahtijeva čišćenje. Oni mogu biti toksični kratko vrijeme i zahtijevaju pozorno motrenje, ali zbog njihove visoke hlapljivosti ne zadržavaju se na morskoj površini duži vremenski period. Upravo zbog visoke razine isparavanja „laganih“ komponenti i brzine kojom dispergiraju, posebice u nemirnom moru, izlijevanje laganih ugljikovodika ne rezultira dugim i skupocjenim operacijama čišćenja.

Na drugom kraju spektra su visoko perzistentna teška sirova nafta i teška brodska goriva koja su uglavnom vrlo viskozna i imaju mali udio lako hlapljivih komponenti. S obzirom da se čestice teško

razdvajaju i često emulgiraju u perzistentne nakupine ulja, imaju potencijal da se dugo kreću te tako onečiste veliki dio obalne površine. Takve vrste ulja se teško čiste i na moru i na obali. Kao posljedica toga, čišćenje traje vremenski iznimno dugo, zahtijeva brojnu radnu snagu te je samim time i veoma skupo.

Općenito, velika izlijevanja uzrokuju i velike troškove čišćenja. Međutim, troškovi čišćenja onečišćenja uglavnom nisu linearno povezani s količinom razlivenog ulja. Naime, troškovi čišćenja (prikupljanja) ulja po jednoj toni razlivenog ulja u negativnom su odnosu s veličinom (količinom) izlijevanja ulja.13 Iskustva pokazuju da su troškovi čišćenja perzistentnih („teških") ulja značajno veći od troškova čišćenja neperzistentnih ulja. Ponekad su troškovi čišćenja dizel goriva, koje je najčešće prisutno u morskom okolišu RH, i do 10 puta manji od troškova čišćenja onečišćenja teškim pogonskim gorivom.

Utjecaj duljine i stupnja zauljenosti onečišćene obale

Na troškove čišćenja obale značajno utječe velik broj potrebnih radnika kao i standardi korištenih metoda. Na troškove čišćenja obale utječu i osjetljivost okoliša, te logistički troškovi pristupa određenom onečišćenom području. Samim time duljina onečišćene obale ima značajan učinak na cijenu čišćenja po toni. Uvažavajući tezu da značajna količina ulja uvijek dospijeva na obalu, teško je realno procijeniti prosječnu zauljenost i duljinu obale koja je onečišćena uljem, prvenstveno jer zauljenost obale ovisi o širenju uljne mrlje, odnosno debljini sloja ulja koje je dospjelo na obalu. Kako bi dobili približnu procjenu zauljenosti onečišćene obalne crte, u korištenim modelima se pretpostavlja da je uljna mrlja koja je dospjela na obalu, prosječne debljine 0,1 mm.

3.16.1.5.5. RAZVOJ DOGAĐAJA KOJI PRETHODI KATASTROFI

Prisustvo brodova u području Jadranskog mora predstavlja niz potencijalnih prijetnji i ugroza za morski okoliš. Ispuštanje ulja/smjese ulja ima štetan utjecaj na morsku vodu, zrak, morsko dno i obalu. Taj utjecaj može biti od zanemarivog značaja pa do katastrofalnih posljedica po morski okoliš i način života ljudi u priobalnom području.

Prema Planu intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora (Narodne novine 92/2008) pod vrstama rizika i prijetnji od onečišćenja mora podrazumijevaju se mogući događaji ili situacije koje mogu uzrokovati štetu u morskom okolišu. Vrste rizika i prijetnji od onečišćenja mora su: nezgode na moru koje uključuju sudar brodova, nasukavanje, požar, eksploziju, kvar na konstrukciji, nezgodu pri upravljanju brodom ili drugi događaj na brodu ili izvan njega te nezgode na odobalnim pomorskim objektima, nezgode na podmorskim cjevovodima, potonuli brodovi i zrakoplovi, izvanredni prirodni događaj u moru, pad zrakoplova i helikoptera u more, nezgode na obalnim instalacijama i terminalima.

[13] Etkin 2000 – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske", Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

U kategorijama rizika pri izradi nacionalne procjene rizika razmatrane su pomorske nezgode koje rezultiraju onečišćenjima većih razmjera. Međutim, veličina posljedica onečišćenja ne ovisi isključivo o količini ispuštenog ulja. U ovoj procjeni razmatrana su i onečišćenja manjeg razmjera, koja također mogu imati posljedice za morski okoliš, poglavito u posebno osjetljivim morskim područjima.

Prilikom izrade procjene rizike uzeto je u obzir da nezgode na Jadranu općenito obilježava sljedeće:

- nasukavanja su najčešće nesreće većih brodova
- najveća opasnost od nasukavanja prijeti u otočnom području istočnog Jadrana, odnosno na plovidbenim putovima koji se protežu kroz ovo područje ili prolaze blizu njega
- opasnost od sudara vrlo je velika na mjestima gdje se križaju glavni uzdužni plovidbeni putovi s poprečnim (posebno središnji Jadran), dok je opasnost od sudara s manjim brodovima velika na plovidbenim putovima koji se protežu u blizini obale ili međuotočnim kanalima.

Ovdje napominjemo kako je Republika Hrvatska donijela niz mjera ograničenja, odnosno reguliranja plovidbe unutar teritorijalnog mora, od kojih se izdvajaju sljedeća:

- ograničenja, ili zabrane plovidbe u posebno osjetljivim područjima unutar teritorijalnog mora RH (primjer pravila koja ograničavaju plovidbu Pelješkim, Koločepskim, te dijelovima Srednjeg kanala, Murterskog mora i Žirjanskog kanala; brodovi se iz smjera južnog Jadrana prema sjevernom i obrnuto upućuju na korištenje plovidbenih putova uz vanjski rub otoka i otvorenim morem)
- uspostavljanje sustava odijeljenog prometa (Vela vrata i Palagruža)
- sustav nadzora plovidbe na temelju AIS uređaja, uključujući potpuni nadzor plovidbe na prilazu luci Rijeka
- potpuni nadzor plovidbe unutar hrvatskog dijela Jadrana

Vrste opasnih, štetnih tvari i onečušćujućih

Radi razmatranja prilikom izrade procjene rizika uzeto je u obzir da se Jadranskim morem prevoze različite vrsta ulja. Veliki brodovi, pored tankera koji prevoze sirovu naftu, imaju značajne količine pogonskog brodskog goriva kojeg po pojedinom brodu može biti i do nekoliko tisuća tona. Općenito, ulja dijelimo na dva osnovna tipa: ne-perzistentna ulja (nepostojana ulja), te perzistentna ulja (postojana ulja). Viskoznost sirove nafte može varirati od tekućine s niskim viskozitetom do katranskih svojstva, gotovo čvrstog oblika. Prema specifičnoj težini (gustoća ulja u odnosu na vodu), izražena u °API broju, ulja klasificiramo u četiri kategorije. Sirova nafta je složena mješavina koja se sastoji od niza kompleksnih spojeva ugljikovodika, od laganog plina do teških čvrstih tvari. Prema povećanju gustoće pojedinih frakcija to su redom: plinovi, benzini, petrolej, ulja za loženje, maziva ulja, teška ulja za loženje, asfalt i parafin. Ovisno o geografskom porijeklu nafte, njihov se kemijski sastav i konzistentnost razlikuju. Najvažniji i prevladavajući elementi u sirovoj nafti su vodik i ugljik, koji čine do 98% nekih vrsta nafte, a 100% mnogih rafinerijskih produkata. Ostali sastojci nafte su derivati ugljikovodika koji sadrže kisik, sumpor, dušik, vanadij, nikal i mineralne soli.

Ponašanje razlivenog ulja na moru

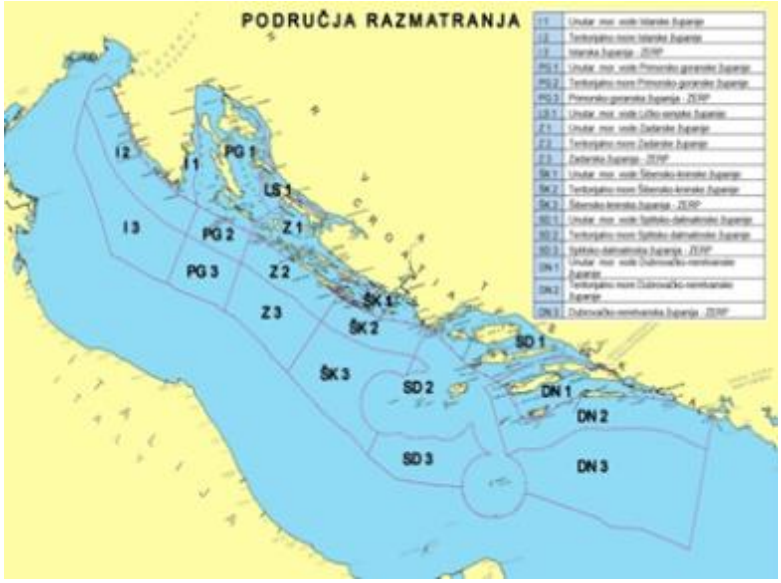
Nakon što dospije na otvoreno more, ulje prolazi kroz niz procesa, ovisno o fizikalno-kemijskim svojstvima samog ulja, te vremenskim uvjetima. Najznačajniji procesi su kretanje, širenje i starenje (degradacija). Kretanje ulja uzrokovano je morskim strujama i vjetrom. Osim što se kreće pod utjecajem morskih struja i vjetra, ulje se vrlo brzo počinje širiti po površini mora. Ovisno o vrsti i svojstvima ulja, širenjem se formira uljna mrlja određene debljine, koja se može ugrubo izračunati kao omjer volumena izlivenog ulja i površine koju zauzima. Međutim, u realnim uvjetima na moru debljina ulja varira unutar same mrlje, i to na način da se većina volumena zadržava unutar debelog, središnjeg sloja, dok površinski veći dio zauzima tanki uljni film koji se proteže u smjeru kretanja vjetra. Pravilo palca kod širenja uljne mrlje kaže da se 90% ulja nalazi unutar 10% površine, dok preostalih 10% volumena ulja prekriva 90% površine uljne mrlje. Ulje se širi po površini mora do određene granice. Većina sirove nafte i naftnih derivata unutar prvih 12 sati širenjem doseže debljinu od 0.3 milimetra te se prostire u tankom uljnom filmu. Neka vrlo viskozna ulja sporije se šire te se većinom zadržavaju na površini mora u debljim slojevima. Volumen ulja koje se prostire na određenoj površini može se vizualno procijeniti iz zraka pomoću boje, odnosno sjaja uljne mrlje. Za vrijeme kretanja i širenja ulja po površini mora, niz prirodnih procesa utječu na fizikalno-kemijska svojstva ulja. Jednim nazivom svi ti procesi nazivaju se starenjem, tj. degradacijom ulja, a uključuju isparavanje, disperziju, emulgiranje, otapanje, biorazgradnju, foto-oksidaciju te taloženje ulja.

3.16.1.5.6. OKIDAČ KOJI JE UZROKOVAO KATASTROFU

Veličina mogućih štetnih posljedica onečišćenja uljima uvjetovana je vrstom pomorske nezgode, vrstom i količinom onečišćujuće tvari, prevladavajućim meteorološkim i oceanografskim uvjetima, udaljenošću od obale i brzinom intervencije. Kako je prethodno utvrđeno promet sirovom naftom i naftnim derivatima na području glavnog brodskog puta preko Jadrana vrlo je značajan što otvara mogućnost takve pomorske nesreće koja bi mogla za posljedicu imati iznenadno onečišćenje Jadranskog mora velikih razmjera.

3.16.2. DOGAĐAJ

Za procjenu rizika od iznenadnog onečišćenja mora uljem/smjesom ulja s plovnih objekata, a na području na kojem Republika Hrvatske ostvaruje suverena prava i jusidikciju, uzeti su u obzir potencijalni događaji onečišćenja mora većih razmjera s plovnih objekata, koji su predstavljali osnovu za daljnju razradu procjene rizika. Područje razmatranja za izradu procjene rizika prikazano je na slijedećoj slici.



Slika 6.16.-9 – Područja razmatranja

3.16.2.1. *Najvjerojatniji neželjeni događaj*

Scenarij: Iznenadno onečišćenje Jadranskog mora uljem u količini od 5 do 500 m³ (teško brodsko gorivo)

Do pretpostavljenog događaja onečišćenja mora došlo je radi oštećenja trupa tankera, koje se dogodilo u blizini naftnog terminala JANAF u Omišlju. Oštećenje trupa tankera prouzročila je eksplozija i požar do kojih je došlo na brodu, neposredno prije prihvata broda u luku Omišalj. U more je s broda, tijekom 2 sata, iscurilo 400 tona teškog brodskog pogonskog goriva (HFO). Za vrijeme istjecanja ulja brod nije bio u kretanju.

Pretpostavljaju se meteorološki uvjeti koji prevladavaju u navedenom području u zimskom periodu godine: uobičajeni smjer morske struje u Riječkom zaljevu uz referentnu brzinu morske struje od 0,15 m/s, odnosno 0,3 čvora. Stalni vjetar iz NE smjera (bura), prosječne brzine 7 m/s, odnosno 13,5 čvorova.

Razliveno ulje je dospjelo na obalu Opatijske rivijere za nešto manje od 12 sati od trenutka ispuštanja. Nakon 24 sata od ispuštanja ulja onečišćeno je obalno područje Primorsko-goranske i Istarske županije, odnosno više desetaka kilometara istočne obale Istre, od Opatije do naselja Ravni. Najveće količine ulja „prekrile“ su, odnosno dospjele su na šljunčanu plažu u Rabcu.

Onečišćena obala je od iznimne važnosti za gospodarske djelatnosti, primarno za turizam i ribarstvo. Dio obalnog područja je nepristupačan i vrlo je značajan u biološkom smislu. Čišćenje obale će se provoditi isključivo mehaničkim metodama i zahtjevati će veliki broj radnika, te će trajati mjesecima.

Troškovi čišćenja, uključujući zbrinjavanje zauljenog otpada, procjenjuju se na 20.000.000 EUR-a. Ostali troškovi, odnosno štete u gospodarstvu uključujući izmaklu dobit, te štete po okoliš kao što su uništena prirodna staništa, te povrat okoliša u prethodno stanje procjenjuje se na preko 60.000.000 EUR-a.

3.16.2.1.1. POSLJEDICE

3.16.2.1.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Predmetni događaj imati će neznatne posljedice za život i zdravlje ljudi. Nije za očekivati da će doći do stradavanja većeg broja ljudi. Procjenjuje se da neće biti potrebno vršiti evakuaciju.

Tablica 6.16.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.16.2.1.1.2. *Gospodarstvo*

Procjenjuje se da će u slučaju opisanog događaja najveće štete pretrpjeti pružatelji usluga iz segmenta turizma, kao i ostale gospodarske aktivnosti koje se na njega oslanjaju. Pored navedenog štete je moguće očekivati i u segmentu ribarstva, obzirom da će na određeno vrijeme vjerojatno doći do zabrane izlova ribe i školjki.

Tablica 6.16.-3. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

.16.1.6.1.1. Društvena stabilnost i politika

Procjenjuje se da će posljedice na društvenu stabilnost i politiku biti neznatne, obzirom da neće doći do oštećenja kritične infrastrukture i trajne štete na građevinama od javnog značaja. Međutim, ovdje se pretpostavlja kako će doći do nezadovoljstva među stanovnicima, koji su uzrokovani socijalno-psihološkim učincima, a može se očekivati i porast strahovanja ljudi od gubitka sigurnosti i imovine.

Tablica 6.16.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.16.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.16.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.16.2.1.2. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.16.-7. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 dogadaj u 100 god i rijede	
2	Mala	1 - 5 %	1 dogadaj u 20 do 100 godina	**X**
3	Umjerena	5 - 50 %	1 dogadaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 dogadaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 dogadaj godisnje ili češće	

3.16.2.2. *Događaj s najgorim mogućim posljedicama*

Scenarij: Iznenadno onečišćenje Jadranskog mora uljem količine veće od 500 m³

Pretpostavljeni događaj dogodio se na glavnom tankerskom plovidbenom putu za sjevernojadranske luke, u blizini otoka Palagruže, gdje je došlo do sudara tankera i teretnog broda za rasuti teret. U sudaru je probijena oplata tankera, te je iz teretnog prostora u more iscurilo 12.000 m³ sirove nafte. Istjecanje sirove nafte trajalo je 8 sati.

Uz vjetar zapadnih smjerova prve količine razlivenog ulja dospjele su na obale otoka Korčula i Lastova za 40-tak sati. U slijedećih 24 sata, onečišćene su obale Pelješkog poluotoka, otoka Hvara i Visa, te se ulje kreće prema sjeveru u smjeru Kornata. Nastalo je nekoliko većih uljnih mrlja od kojih je najveća dugačka je 30-tak kilometara. Utjecaj onečišćenja se proteže na područje nekoliko obalnih županija: Dubrovačko-neretvanske, Splitsko-dalmatinske, Šibensko-kninske i Zadarske županije. Procjenjuje se da je obala onečišćena u dužini od nekoliko stotina kilometara. Onečišćeno je područje Parka prirode Lastovsko otočje, te drugih zaštićenih područja. Praćenje stanja u okolišu trajati će slijedećih nekoliko godina.

3.16.2.2.1. POSLJEDICE

3.16.2.2.1.1. *Život i zdravlje ljudi*

Predmetni događaj imati će neznatne posljedice za život i zdravlje ljudi. Nije za očekivati da će doći do stradavanja većeg broja ljudi. Procjenjuje se da neće biti potrebno vršiti evakuaciju.

Tablica 6.16.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi

Život i zdravlje ljudi			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 50	**X**
2	Malene	50 - 200	
3	Umjerene	201 - 500	
4	Značajne	501 – 1.500	
5	Katastrofalne	> 1.500	

3.16.2.2.1.2. *Gospodarstvo*

Onečišćenje morskog okoliša i obale bilo bi dugotrajno i snažno bi utjecalo na gospodarske aktivnosti u priobalju. Onečišćenje mora prema opisanom scenariju primarno će utjecati na segment turizma, ribarstva i pomorstva, a posljedično i na ostale gospodarske aktivnosti koje su uz njih vezane.

Posljedice događaja bi osjećao veliki broj stanovnika. Čišćenje morskog okoliša i obale zahtjevalo bi i uključivanje međunarodne pomoći, a trajalo bi mjesecima uz posljedični dugogodišnji monitoring, odnosno praćenje stanja okoliša. Nastale direktne i indirektne štete mjerile bi se u stotinama milijuna EUR-a.

Tablica 6.16.-9. – Posljedice na Gospodarstvo

Gospodarstvo			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	**X**
5	Katastrofalne	> 7.000	

3.16.2.2.1.3. *Društvena stabilnost i politika*

Opisani događaj imao bi neznatne posljedice na kritičnu infrastrukturu. Obzirom na opseg onečišćenja za očekivati je da će doći do šteta na građevinama od javnog društvenog značaja, koje mogu dosezati procijenjeni iznos od 700 mil. kuna. Međutim, ovdje se također pretpostavlja kako će doći do nezadovoljstva među stanovnicima, koji su uzrokovani socijalno-psihološkim učincima, a može se očekivati i porast strahovanja ljudi od gubitka sigurnosti i imovine.

Tablica 6.16.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura

Društvena stabilnost i politika			
Oštećena kritična infrastruktura			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	**X**
2	Malene	250 - 700	
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.16.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja

Društvena stabilnost i politika			
Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja			
Kategorija	**Posljedice**	**Kriterij (mil. kn)**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 250	
2	Malene	250 - 700	**X**
3	Umjerene	700 - 1.500	
4	Značajne	1.500 - 7.000	
5	Katastrofalne	> 7.000	

Tablica 6.16.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana

Društvena stabilnost i politika			
Prestanak rada krit. inf. na rok dulji od 10 dana			
Kategorija	**Posljedice**	**Br. građana**	**ODABRANO**
1	Neznatne	< 5.000	**X**
2	Malene	5.000 - 15.000	
3	Umjerene	15.000 - 50.000	
4	Značajne	50.000 - 250.000	
5	Katastrofalne	> 250.000	

3.17.1.1.1. VJEROJATNOST DOGAĐAJA

Tablica 6.5.-32. – Vjerojatnost/frekvencija

Kategorija	Vjerojatnost/Frekvencija			
	Kvalitativno	**Vjerojatnost**	**Frekvencija**	**ODABRANO**
1	Iznimno mala	< 1 %	1 događaj u 100 god i rijede	**X**
2	Mala	1 - 5 %	1 događaj u 20 do 100 godina	
3	Umjerena	5 - 50 %	1 događaj u 2 do 20 godina	
4	Velika	51- 98 %	1 događaj u 1 do 2 godine	
5	Iznimno velika	> 98 %	1 događaj godisnje ili češće	

3.17.2. METODOLOGIJA I NEPOUZDANOST

3.17.2.1. *Metodologija*

Prilikom izrade procjene rizika korištena je kvalitativna (opisna) analiza. Također, korišteni su i računalni modeli prognoze kretanja uljnog onečišćenja na morskog površini, te statističke metode. Pri tome je morsko područje RH podijeljeno je na 19 područja razmatranja. Uzeti su u obzir i podaci o pomorskom prometu, vrstama i veličine brodova u plovidbi Jadranom, frekvencije/učestalost izlijevanja odnosno onečišćenja mora s brodova[14], prosječne količine izlijevanja ulja s brodova[15], vjerojatnosti onečišćenja morske obale kod izlijevanja ulja/opasnih i štetnih tvari[16].
Ukupni rizik od onečišćenja mora određen je pomoću proračunskih matrica vjerojatnosti i posljedica, te je prikazan u matrici rizika za određeni scenarij.

Faza 1 - Prikupljanje podataka
U prvoj fazi Procjene prikupljeni su svi potrebni podaci o morskom okolišu Republike Hrvatske i brodskim aktivnostima unutar njega. Prikupljanje podataka bilo je ograničeno na područje koje izravno utječe na rizik koji proizlazi iz metodologije prolijevanja nafte. Prikupljeni podaci i osnovne postavke su sljedeće:

- podaci meteorološkim i oceanološkim obilježjima Jadrana
- prikupljanje podataka o pomorskom prometu na promatranim područjima
- podaci o ostalim vrstama plovila u prometu razmatranim područjem (putnički brodovi, servisni bordovi, ribarski brodovi, jahte i brodice)
- podaci o uplovljavanju teretnih brodova u najznačajnije hrvatske i sjevernojadranske luke
- podaci o opasnom i štetnom teretu (prema vrstama i količinama, prvenstveno sirovoj nafti i naftnim derivatima) koji se prevozi jadranskim područjem
- uzet je u obzir postojeći sustav reagiranja na iznenadna onečišćenja mora u RH temeljem Plana intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora (Narodne novine 92/2008)

Faza 2 – Procjena vjerojatnosti štetnog događaja i količine ulja u morskom okolišu
U drugoj fazi metodologije korišteni su potrebni modeli za procjenu vjerojatnosti izlijevanja ulja iz brodova, te modeli za procjenu mogućih količina izlivenog ulja u morskom okolišu Republike Hrvatske, a što je uključivalo slijedeće:

- izračun vjerojatnosti pomorske nesreće koji procijenjuje učestalost/frekvencije brodskih nesreća (sudar, nasukavanje, požar/eksplozija) za razmatrane vrste brodova, temeljene na globalnoj razini[17],

[14] Dobiveni iz nedavnih podataka o nesrećama u svijetu te uspoređeni s podacima u RH
[15] Razmatrani u stvarnim iskustvima onečišćenja mora širom svijeta
[16] Izračun pomoću modela za simulacije kretanja i širenja ulja
[17] Podaci o brodskim nesrećama preuzeti su od Lloyd's Register Fairplay (LRF) za razdoblje 2005-2015 – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

- procjene količina ispuštenog ulja kod nesreća tankera (sudar, nasukavanje, požar i eksplozija, strukturalna oštećenja)[18],
- model širenja i ponašanja razlivenog ulja za procjenu vjerojatnosti onečišćenja obale

Faza 3 – Ocjena (izračun) rizika od iznenadnih onečišćenja
Koraci za izračun rizika bili su:

- kreiranje baze podataka i čimbenika opasnosti
- mjerenje rizika
- frekvencije (broj događaja/godišnje) onečišćenja koji prelaze kategorizirane količine ulja (u tablicama vjerojatnosti),
- moguće količine ulja u morskom okolišu,
- osjetljivost okoliša (Indeks ESI) (u tablicama posljedica).
- ocjena (izračun) rizika (u matricama rizika),
- rezultati (označeni u matricama rizika i kartografskom prikazu po razmatranim područjima za određeni volumen onečišćenja).

Računalni modeli TRANSWIN 7 (3,2) i ADIOS 2 korišteni su za procjenu kretanja, širenja i ponašanja (fizikalno-kemijske promjene) izlivenog ulja, kao i za procjenu količina ulja koje je onečistilo obalu.

3.17.2.2. *Nepouzdanost*

Općenito se može zaključiti da je korištena metodologija zadovoljavajuća. Međutim, potrebno je istaknuti kako ova procjena rizika i dalje predstavlja samo procjenu, te ne odražava nužno pravo stanje do kojeg bi moglo doći u slučaju iznenadnog onečišćenja Jadranskog mora većih razmjera.
Pri izradi procjene rizika korišteni su podaci koji su dostupni u Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture. Također korišteni su i podaci temeljem primjene programa za izradu simulacije širenja onečišćenja uljem/smjesom ulja na području akvatorija Jadranskog mora i kao takvi imaju određene nedostatke i/ili pogreške. Ne postoji dovoljna količina podataka koji bi se odnosili na specifične posljedice na gospodarstvo i društvenu stabilnost. Također, ne postoje cjeloviti podaci o ishodišnom stanju u okolišu.

Postoje stručnjaci iz područja izrade procjene rizika od iznenadnih onečišćenja mora, odnosno postoje stručnjaci koji se bave izradom procjene vjerojatnosti događaja pomorskih nesreća, koristeći matrice navigacijskih složenosti.

Ukupni rizik od onečišćenja mora određen je pomoću proračunskih matrica vjerojatnosti i posljedica. Međutim, matrice za izračun posljedica nisu u potpunosti primjenjive, odnosno prilagođene za izradu ove vrste rizika. Primjerice, kod izračuna posljedica na npr. društvenu stabilnost i politiku, nije za očekivati da će iznenadno onečišćenje mora rezultirati oštećenjima građevina od javnog društvenog

[18] Temeljene na globalnim statistikama onečišćenja preuzetim od LRF-om za razdoblje 2000.-2010 – izvor: „Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske“, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.

značaja, međutim realno je očekivati da će ovakav događaj imati značajne društvene, psihološke i političke učinke.

Tablica 6.16.-11. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika

		STRUČNJACI	PODACI	METODOLOGIJA
Vrlo visoka nepouzdanost	**4**			
Visoka nepouzdanost	**3**		**X**	**X**
Niska nepouzdanost	**2**	**X**		
Vrlo niska nepouzdanost	**1**			

3.17.3. POPIS LITERATURE

1. Procjena rizika od onečišćenja mora s pomorskih objekata i offshore aktivnosti na području Republike Hrvatske, Jadranski edukativno istraživački centar za reagiranja na iznenadna onečišćenja mora ATRAC, Rijeka, prosinac 2017.
2. Podaci: Nacionalna središnjica za nadzor i upravljanje pomorskim prometom VTS Hrvatska, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture
3. Podaci: Hrvatski integrirani pomorski informacijski sustav CIMIS, Ministarstvo mora, prometa i infrastructure
4. Podaci Agencije za obalni linijski pomorski promet

4. POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 6.1.-1. – Vukovarsko-srijemska županija 8
Slika 6.1.-2. – Općine Vukovarsko-srijemske županije 9
Slika 6.1.-3. – Simptomi žućenja, uvijanja i pojava nekroza na zaraženom lišću bijelih sorata vinove loze 10
Slika 6.1.-4. – Trs bijele sorte vinove loze zaražen FD 10
Slika 6.1.-5. – Kopljasti izgled na trsu zaraženom FD (Izvor: Ž.Budinšćak) 10
Slika 6.1.-6. – Uvijanje rubova listova prema naličju 11
Slika 6.1.-7. – Trs crvene sorte zaražen FD 11
Slika 6.1.-8. – Trs crvene sorte zaražen FD 11
Slika 6.1.-9. – Mladice na zaraženom trsu početkom jeseni ne odrvenjavaju, već ostaju zelene .. 11
Slika 6.1.-10. – Simptom FD zaražena – neodrvenjena mladica 11
Slika 6.1.-11. – Smežurane i osušene bobe grožđa na zaraženom trsu 12
Slika 6.1.-12. – Osušeni grozd odmah nakon oplodnje 12
Slika 6.1.-13. – Osušeni grozd odmah nakon oplodnje 12
Slika 6.1.-15. – Ličinka američkog svrčka – S.titanus 12
Slika 6.1.-14. – Američki cvrčak – S.titanus 12
Slika 6.1.-16. – Rasprostranjenost vrste S.titanus 13
Slika 6.1.-17. – Lokaliteti na kojima je nađen S.titanus i FD 13
Slika 6.2.-1. – Gustoća goveda po općinama i lokacije farmi 31
Slika 6.2.-2. – Lokacija farmi goveda u Republici Hrvatskoj 32
Slika 6.2.-3. – Gustoća svinja po općinama 33
Slika 6.2-4. - Lokacije svinjogojskh farmi u republici hrvatskoj 34
Slika 6.2.-5. – Gustoća koza i ovaca po općinama 35
Slika 6.2.-6. - Lokacije farmi ovaca u republici hrvatskoj 36
Slika 6.2.-7. – Lokacije farmi koza u republici hrvatskoj 37
Slika 6.2.-8. – Pojavnost SIŠ-a u studenom 2014. godine 39
Slika 6.2.-9. – Pojavnost slinavke i šapa 40
Slika 6.2.-2. – Koncentracija virusa u odnosu na izvor 47
Slika 6.2.-3. - Prikaz šteta uslijed pojave slinavke i šapa 56
Slika 6.3-1. – Broj intervencija ovisno o Tmax dana u klimatskim područjima 68
Slika 6.3-2. – Ukupan broj smrti prikazan je grafički u nastavku: 69

Slika 6.3.-1 – Troškovi štete vezane za toplinske valove s posljedicom na zdravlje kao postotak BDP-a 74

Slika 6.3.-2 – Kardio-vaskularne (MKB I00-I99) i plućne bolesti (MKB J00-J99) 75

Slika 6.3.-3 – Ozljede (MKB S00-T98) i duševne bolesti (MKB F00-F99) 76

Slika 6.3.-4 –Endokrine bolesti (MKB E00-E98) 76

Slika 6.3.-5 –Oboljeli po dobi u Zagrebu 77

Slika 6.3.-6 – Pobol po spolu u Zagrebu 77

Slika 6.3.-7. – Broj dana u kojima je temperatura zraka premašila granične vrijednosti za pojavu povećane smrtnosti i kumulativno odstupanje smrtnosti u tim danima u Zagrebu u razdoblju 1983-2008.godine 78

Slika 6.3.-8. – Veza relativnog odstupanja smrtnosti od prosjeka i maksimalne temperature zraka za Zagreb, razdoblje 1983-2008. godine 79

Slika 6.3.-9. – Kumulativno odstupanje smrtnosti u razdoblju 1 – 30 dana nakon početka jakog i ekstremnog toplinskog stresa u Zagrebu, razdoblje 1983 – 2008. godine 80

Slika 6.3.-10. – Dnevno vršno opterećenje Zagreba o prosječnoj dnevnoj temperaturi u 2013. godini 81

Slika 6.3.-11. – Vršno opterećenje po mjesecima od 2006 do 2013 godine – ulazni podaci 82

Slika 6.3.-12. – Sezonska komponenta i pomični prosjek vršnih opterećenja zadnja 24 mjeseca od 2008 do 2014. godini 83

Slika 6.3.-13. – Predviđanje mjesečne vršne potrošnje Grada Zagreba pomoću metode jednostavne aritmetičke rastave vremenskog niza 84

Slika 6.5.-1. – Prikaz ugroženih objekata kritične infrastrukture unutar radijusa najgoreg mogućeg događaja 128

Slika 6.5.-2. – Prikaz objekata kritične infrastrukture 128

Slika 6.5.-3. – Položaj Ivanić Grada 129

Slika 6.6.-1. – Vodna područja i područja podslivova 161

Slika 6.6.-2. – Zabilježene poplave 163

Slika6.6.-3. – Prikaz županija ugroženih poplavom u svibnju/lipnju 2010. godine 164

Slika 6.6.-4. – Prikaz županija ugroženih poplavom u rujnu 2010. godine 164

Slika 6.6.-5. – Karta vodnog područja rijeke Dunav u Republici Hrvatskoj 167

Slika 6.6.-6. – Značajnije regulacijske i zaštitne vodne građevine na vodnom području rijeke Dunav 170

Slika 6.6.-7. – Količina oborine na području Hrvatske za rujan i studeni 2010. godine 171

Slika 6.6.-8. – Odstupanje količine oborina u siječnju 2013. godine od višegodišnjeg prosjeka 172

Slika 6.6.-9. – Odstupanje količine oborina u veljači 2013. godine od višegodišnjeg prosjeka 172

Slika 6.6.-10. – Količina oborine na području Hrvatske u svibnju 2014. godine 173

Slika 6.6.-11. – Zabilježene poplave u Republici Hrvatskoj (područje Karlovca) 175

Slika 6.6.-12. – Odstupanje količine oborine od višegodišnjeg prosjeka u veljači 2014. godine... 176

Slika 6.6.-13. – Ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj (područje Karlovca)..... 178

Slika 6.6.-14. – Vodostaji rijeke Kupe u Karlovcu za razdoblje od 1.1.2013. do 30.4.2013. godine 182

Slika 6.6.-15. – Grafički prikaz vodostaja rijeke Kupe za razdoblje od 4.2.2014. do 4.3.2014. godine 183

Slika 6.6.-16. – Ugroženost od poplava u Republici Hrvatskoj (područje donjeg Posavlja)..... 185

Slika 6.6.-17. – Nivogram vodomjerne stanice Županja na Savi 191

Slika 6.7.-1. - Karta potresnih područja Republike Hrvatske [g]: a) za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} = 95 godina; b) za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} = 475 godina (dostupno na adresi: http://seizkarta.gfz.hr) 200

Slika 6.7.-2. - Faktori koji sačinjavaju rizik od potresa, prema [20]..... 203

Slika 6.7.-3. - Podjela Grada Zagreba na 15 područja [23] 205

Slika 6.7.-4. – Definirani hazard u procjeni [24]: a) Seizmološka karta grada Zagreba s povratnim periodom 500 godina (DUZS, 2010), b) pregled seizmičkih zona na području Grada Zagreba c) karta opasnosti od potresa (stručne službe Grada Zagreba) 207

Slika 6.7.-5. – a) Obrasci za procjenu očekivanog oštećenja karakterističnog tipa građevine pri djelovanju potresa na razini povratnih perioda usklađenih s propisima za projektiranje, b) Stupnjevi oštećenja za zidane građevine prema EMS-98 klasifikaciji [13], c) Područja karakterističnih tipova građevina u gradu Zagrebu [16] 213

Slika 6.7.-6. – Shematski prikaz Studije [33,34] 217

Slika 6.7.-7. – Nekoliko primjera zgrada analiziranih u Studiji [29] 218

Slika 6.7.- 9. – Karta seizmičkog hazarda u Europi za povratni period od 475 godina za tlo tipa A i Georeferencirana baza građevina koje nisu stambene dobivene iz projekta CORINE za 36 europskih zemalja [31]..... 220

Slika 6.7.-70. – Broj stambenih građevina dobivenih iz nacionalnih statističkih podataka i Broj stambenih građevina za Europu iz projekta NERA [35] 221

Slika 6.7.-81. – Raspodjela broja zgrada i raspodjela troškova izgradnje iz projekta SERA [35] . 222

Slika 6.7.-9. – Konstrukcijski sustavi zgrada za neke mjesne odbore..... 223

Slika 6.7.-103. – Krivulje vjerojatnosti oštećenja za tipove nosivih sustava URM_L, RC2_M i RC4_H 224

Slika 6.7.-11. – Krivulje oštetljivosti za sve tipove konstrukcijskih sustava..... 225

Slika 6.7.-125. – Postotak srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (NND)..... 226

Slika 6.7.-16. –Postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (NND) 226

Slika 6.7.-17. – Troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (NND) 227

Slika 6.7.-18. – Postotak srušenih zgrada u odnosu na ukupan broj zgrada u mjesnom odboru i broj srušenih zgrada po hektaru (DNP) 228

Slika 6.7.-19. – Postotak žrtava u odnosu na ukupan broj stanovnika u mjesnom odboru (DNP) 228

Slika 6.7.-20. – Troškovi u milijunima EUR i troškovi u milijunima EUR po hektaru (DNP) 229

Slika 1. – Prostorna analiza srednjih sezonskih žestina (SSR) posljednja tri desetljeća 261

Slika 6.9.-1. – Srednji godišnji broj dana s poledicom. Uvjet: dnevna količina oborine ≥ 0,1 mm i minimalna temperatura zraka ≤ 3°C, razdoblje 1981–2000. (DHMZ, 2006.) 277

Slika 6.9.-2. – Maksimalne godišnje visine snijega za povratno razdoblje 50 godina. Podaci: 1971-2000. (DHMZ) 278

Slika 6.9.-3. – Maksimalno godišnje opterećenje snijegom za povratno razdoblje 50 godina, tzv. karakteristično opterećenje snijegom [kNm-2]. Podaci: 1971-2000 (DHMZ, 2011.) 278

Slika 6.9.-4. – Srednji godišnji broj dana sa snježnim pokrivačem (visina snijega ≥ 1cm). Podaci: 1961-1990. (Zaninović i dr. 2008.) 279

Slika 6.9.-5. – K2.2 Nacionalni parkovi i parkovi prirode. (AZO WMS. (CLC_legenda.pdf)) 279

Slika 6.9.-6. – K2.3 i K2.4 CORINE zemljišni pokrov 2012. (AZO WMS. (CLC_legenda.pdf)) 280

Slika 6.9.-7. – Autoceste i državne ceste. (MPPI) 281

Slika 6.9.-8. – Željezničke pruge. (MPPI) 281

Slika 6.9.-9. – Naslaga leda na vodiču. Izmjereno na OPGW-u : OPGW ASLH-D(S)bb 2x24 SMF (AA/ACS 92/43 –11,3) dalekovoda 110 kV DV 131 VINODOL - VRATA 2 u priključnom rasponu između krajnjeg stupa broj 1 i EVP 110/25 kV Vrata.. (Dalekovod projekt, 2014.) 294

Slika 6.10.-1. – Osječko – baranjska županija 309

Slika 6.10.-2. – Poljoprivredne površine po kategorijama korištenja za područje Republike Hrvatske (ha) 309

Slika 6.10.-3. – Poljoprivredne površine po kategorijama korištenja za područje Osječko-baranjske županije (ha) 310

Slika 6.10.-3. – Poljoprivredne površine oranica za područje Osječko-baranjske županije i Republike Hrvatske(%) 311

Slika 6.10.-4. – Karta pogodnosti tala za navodnjavanje 314

Slika 6.11.-1. – Prodor mora u područje delte Neretve 334

Slika 6.11.-2. – Prevođenje vode iz sliva Neretve 336

Slika 6.11.-3. – Crpilište kod Gabele (BiH) 337

Slika 6.11.-4. – Udaljenost crpilišta kod Gabele (BiH) od mora 338

Slika 6.11.-5. – Kloridi u crpilištu – 26. lipnja 2003. 338
Slika 6.11.-6. – Prikaz zaslanjenosti tala na dubini od 75 do 100 cm 344
Slika 6.12.-1. – Nivoi korišteni pri izradi scenarija gubitka funkcionalnosti nasipa 353
Slika 6.12.-2. - Gradske četvrti grada Zagreba 354
Slika 6.12.-3. – Karta potresnih područja Republike Hrvatske [g] za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} = 475 godina 356
Slika 6.12.-4.a. – Epicentri potresa i sustav rasjeda na zagrebačkom području 357
Slika 6.12.-4.b. – Geološka karta grada Zagreba 358
Slika 6.12.-5. – Makrozoniranje šireg područja Zagreba po geološko-topografsko-hidromorfološkom kriteriju 359
Slika 6.12.-6. – Prikaz retencija na području grada Zagreba 362
Slika 6.12.-7. – Prikaz dubine vode (m) 363
Slika 6.12.-8. - Prikaz potencijalne štete (kn/m^2) 373
Slika 6.12.-9. – Posljedice (Poplava, Potres, Ukupne) 380
Slika 6.13.-1 – Energetski nuklearni reaktori na udaljenosti do 1.000 km od najvećih hrvatskih populacijskih centara 390
Slika 6.13.-2 - Pojednostavljeni prikaz načina ozračenja u slučaju nuklearne nesreće 394
Slika 6.13.-3. – Dekontaminacija postrojenja TMI-2 398
Slika 6.13.-4. – Oštećenja na reaktorskoj jedinici br. 4 nuklearne elektrane Černobil 399
Slika 6.13.-5. – Oštećenja na jedinicama 3 i 4 nuklearne elektrane Fukushima Daiichi 401
Slika 6.13.-6. – NE Krško s mjestom Krško u pozadini 402
Slika 6.13.-7. – Brzina širenja radioaktivnog oblaka (sati od trenutka ispuštanja) 405
Slika 6.13.-8 – Efektivna doza za prvih 7 dana (mSv) 405
) 405
Slika 6.13.-9 - Ekvivalentna doza za štitnjaču za prvih 7 dana (mSv) 405
Slika 6.13.-10 – Maksimalna koncentracija I-131 u kravljem mlijeku (Bq/kg) 406
Slika 6.13.-11 – Maksimalna koncentracija Cs-137 u kravljem mlijeku (Bq/kg) 406
Slika 6.13.-12. – Efektivna doza za prvih 7 dana (mSv) 414
Slika 6.13.-13. – Područja na kojima se provodi evakuaciju ili zaklanjanje 415
Slika 6.13.-14. – Ekvivalentna doza za štitnjaču za prvih 7 dana (mSv) 416
Slika 6.13.-15. – Područja na kojima se primjenjuje profilaksu stabilnim jodom 416
Slika 6.13.-16. – Maksimalna koncentracija I-131 u kravljem mlijeku (Bq/kg) 417
Slika 6.13.-17. – Maksimalna koncentracija Cs-137 u kravljem mlijeku (Bq/kg) 417

Slika 6.12.-1. – Radijacijska ozljeda 75 dana (lijevo) i 193 dana (desno) nakon ozračenja 436

Slika 6.12.-2. – Karakteristične aktivnosti izvora za tipične radionuklide u općoj upotrebi 441

Slika 6.12.-3 - Lokacije s radioaktivnim izvorima i rute za prijevoz izvora 442

Slika 6.12.-4. - Radijacijska ozljeda prsnog koša 12 dana (lijevo), 15 dana (u sredini) i 500 dana (desno) nakon ozračenja 449

Slika 6.12.-5. - Uređaj za industrijsku radiografiju pripremljen za prijevoz autobusom 450

Slika 6.12.-6. - Eksperimentalno utvrđivanje doza za putnike u autobusu 451

Slika 6.12.-7. - Napuštena klinika iz koje je otuđen uređaj za teleterapiju 452

Slika 6.12.-8. – Raspodjela primljene doze za 46 najizloženijih osoba 453

Slika 6.12.-9. - Rušenje kontaminiranih objekata 454

Slika 6.12.-10. – Kontrola kontaminacije na gradskom olimpijskom stadionu 454

Slika 6.12.-11. – Radioaktivni gromobran na krovu objekta Tvrtke X 456

Slika 6.12.-12. – Aktivni dio gromobrana s radioaktivnim izvorom 457

Slika 6.12.-13. – Radijacijske ozljede ruke, stopala i boka (početna faza) 464

Slika 6.15-.2. – Preliminarna karta podložnosti na klizanje Republike Hrvatske. 478

Slika 6.15.-3. – Usporedba oborinskih događaja (definiranih ID uvjetima) koji su prouzročili masovno aktiviranje klizišta u Republici Hrvatskoj u zimi 2012./2013. godine s publiciranim regionalnim i globalnim ID graničnim vrijednostima (modificirano prema Bernat Gazibara i dr., 2017a). 481

Slika 6.15.-13. – Štete na njivi koje je izazvalo klizište Zrinska Draga u Općini Dvor 2018. godine 484

Slika 6.15.-14. – Štete na obradivim površinama i šumi koje je izazvalo klizište Trstenik u Gradu Zagrebu 13.2.2014 484

Slika 6.15.-15. – Štete na prometnici koje je izazvalo klizište u Općini Bednja 484

Slika 6.15.-16. – Štete na prometnici koje je izazvalo klizište Valići aktivirano u veljači 2014. godine u Općini Jelenje. 484

Slika 6.15.-17. – Štete na pomoćnim objektima i na okućnici izazvane aktiviranjem klizišta 2013. godine u Gradu Zagrebu 484

Slika 6.15.-18. – Štete na obiteljskoj kući izazvane aktiviranjem klizišta u ulici Grmoščica Desna 2013. godine u Gradu Zagrebu. 484

Slika 6.15.-19. – Štete na srednje velikom klizištu u Hrvatskoj Kostajnici aktiviranom u ožujku 2018. godine kao posljedica ekstremnih oborina. 485

Slika 6.15.-20. – Smjerovi i iznosi kumulativnih horizontalnih pomaka GNSS stanica na klizištu Kostanjek te prosječne brzine gibanja klizišta određene na temelju izmjerenih pomaka (Krkač, 2015) s prikazom zgrada i prometne infrastrukture na području klizišta 486

Slika 6.15-.21. – Kumulativna količina oborine (mm) za ožujak 2018. i krivulje teorijskih percentila (2., 10., 25., 50., 75., 90. i 98.) za razdoblje 1961. - 2000 za: (a) meteorološku postaju Sisak; (b) meteorološku postaju Varaždin (www.meteo.hr). 487

Slika 6.15.-22. Prostorna raspodjela standardiziranog oborinskog indeksa (SPI) na različitim vremenskim skalama (1, 3, 6 i 12 mjeseci) za ožujak 2018. (DHMZ, 2013). 492

Slika 6.16.-1. – Gustoća prometa na Jadranu (izvor: MMPI) 517

Slika 6.16. – 2. – Sustav odvojenog prometa „Vela vrata“ 518

Slika 6.16. – 3. – Sustav odvojenog prometa „Palagruža“ 518

Slika 6.16.-4. – Prometni pravci na Jadranu 519

Slika 6.16.-5. – Promet teretnih brodova (izvor: CoastWatch, podaci za 2018. godinu) 519

Slika 6.16.-6. - Promet tankera (izvor: CoastWatch, podaci za 2018. godinu) 520

Slika 6.16.-7. – Glavna jadranska odredišta brodova na kružnim putovanjima 521

Slika 6.16.-8. – Promet putničkih brodova (izvor: CoastWatch, podaci za 2018. godinu) 522

Slika 6.16.-9 – Promet servisnih brodova (izvor: CoastWatch, podaci za 2018. godinu) 522

Slika 6.16.-9 – Područja razmatranja 528

Tablica 6.1.-1. – Najvjerojatnije štete 16

Tablica 6.1.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 16

Tablica 6.1.-3. – Posljedice na Gospodarstvo 17

Tablica 6.1.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 17

Tablica 6.1.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 18

Tablica 6.1.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 18

Tablica 6.1.-7. – Vjerojatnost/frekvencija 19

Tablica 6.1.-8. – Najgore štete 19

Tablica 6.1.-9. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 20

Tablica 6.1.-10. – Posljedice na Gospodarstvo 20

Tablica 6.1.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 21

Tablica 6.1.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 21

Tablica 6.1.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 22

Tablica 6.1.-14. – Vjerojatnost/frekvencija 22

Tablica 6.1.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 23

Tablica 6.2.-1. – Uzorci koji se uzimaju ovisno o tijeku bolesti i preporučeni laboratorijski testovi 29

Tablica 6.2.-2. – Pregled broja država po kontinentima gdje se pojavila SiŠ (2010. do 2014. godine) 40

Tablica 6.2.-3 – Broj životinja zahvaćen epidemijom SiŠ-a u Bugarskoj 2011. godine 41

Tablica 6.2.-4. – Širenje SiŠ-a u Bugarskoj 2011. godine 42

Tablica 6.2.-5. – Rizici unosa SIŠ-a u Republiku Hrvatsku 45

Tablica 6.2.-5.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 47

Tablica 6.2.-6. – Posljedice na Gospodarstvo 48

Tablica 6.2.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 48

Tablica 6.2.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 49

Tablica 6.2.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 49

Tablica 6.2.-10. – Vjerojatnost/frekvencija 50

Tablica 6.2.-11. – Troškovi stručnog rada veterinarskog osoblja 52

Tablica 6.2.-12. – Broj farmi i domaćih papkara na području Vukovarsko-srijemskoj županiji ... 52

Tablica 6.2.-13. – Cijena kilograma žive stoke za klanje 53

Tablica 6.2.-14. – Tržišna vrijednost životinja koje bi trebalo eutanazirati u slučaju pojave SiŠ-a u Vukovarsko-srijemskoj županiji 54

Tablica 6.2.-15. – Troškovi cijepljena ugroženih SiŠ-om u Vukovarsko-srijemskoj županiji 55

Tablica 6.2.-16.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 55

Tablica 6.2.-17. – Posljedice na Gospodarstvo 56

Tablica 6.2.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 57

Tablica 6.2.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 57

Tablica 6.2.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 58

Tablica 6.2.-21. – Vjerojatnost/frekvencija 58

Tablica 6.2.-22. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 59
Tablica 6.3.-1. – Temperature pri kojima nastupa toplinski val po gradovima 65
Tablica 6.3.-1. – Broj intervencija prema skupinama dijagnoza..... 66
Tablica 6.3.-2. – Broj intervencija prema stupnju temperaturnog rizika 66
Tablica 6.3.-3 – Ukupni broj intervencija prema klimatskim područjima Republike Hrvatske u razdoblju 15.05. – 15.09. 2015. 67
Tablica 6.3.-4 – Umrle osobe po danu prema vrsti temperaturnog rizika u sezoni 2015. g. 69
Tablica 6.3.-1. – Ugrožene skupine u doba toplinskog val 72
Tablica 6.3.-2. – Broj prijavljenih oboljelih u razdoblju 2012. – 2014. godine 75
Tablica 6.3.-3. – Kritične temperature zraka za Grad Zagreb i porast smrtnosti 79
Tablica 6.3.-4. – Nastavni zavod za hitnu medicinu Grada Zagreba..... 87
Tablica 6.3.-5.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 88
Tablica 6.3.-6. – Posljedice na Gospodarstvo..... 89
Tablica 6.3.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 90
Tablica 6.3.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja..... 90
Tablica 6.3.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 91
Tablica 6.3.-10. – Vjerojatnost/frekvencija..... 91
Tablica 6.3.-11.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi..... 94
Tablica 6.3.-12. – Posljedice na Gospodarstvo 94
Tablica 6.3.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 95
Tablica 6.3.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja..... 95
Tablica 6.3.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 96
Tablica 6.3.-16. – Vjerojatnost/frekvencija..... 96
Tablica 6.4.-1. – Broj oboljelih i umrlih od gripe i upale pluća u zimskim mjesecima od 2000. do 2014.godine..... 104
Tablica 6.4.-2. – Kapaciteti zdravstvenog sustava..... 110
Tablica 6.4.-4. – Posljedice na Život i zdravlje..... 112
Tablica 6.4.-5. – Posljedice na Gospodarstvo..... 113

Tablica 6.4.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 113

Tablica 6.4.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 114

Tablica 6.4.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 114

Tablica 6.4.-9. – Vjerojatnost/Frekvencija 115

Tablica 6.4.-10. – Posljedice na Život i zdravlje 116

Tablica 6.4.-11. – Posljedice na Gospodarstvo 116

Tablica 6.4.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 117

Tablica 6.4.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 117

Tablica 6.4.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 118

Tablica 6.4.-15. – Vjerojatnost/Frekvencija 118

Tablica 6.4.-16. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 119

Tablica 6.5.-1. – Fizikalno-kemijske karakteristike propana 124

Tablica 6.5.-3. – Broj stanovnika ostalih naselja područja Ivanić-Grada 130

Tablica 6.5.-4. – Struktura zaposlenih u poduzećima po djelatnostima 131

Tablica 6.5.-5. – Struktura obrta (mikro poduzetnika) po djelatnostima 131

Tablica 6.5.-6. – Mogući uzroci unutar skupine 132

Tablica 6.5.-7. – Svojstva propana 135

Tablica 6.5.-8. – Atmosferski podaci 135

Tablica 6.5.-9. – Zone utjecaja u slučaju eksplozije 135

Tablica 6.5.-10. – Zone utjecaja u slučaju požara 137

Tablica 6.5.-12. – Približna udaljenost objekata na području Ivanić-Grada od spremnika propana 139

Tablica 6.5.-14. – Stambeni objekti (Ivanić-Grad) 140

Tablica 6.5.-15. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 141

Tablica 6.5.-16. – Posljedice na Gospodarstvo 141

Tablica 6.5.-17. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 142

Tablica 6.5.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 142

Tablica 6.5.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 143
Tablica 6.5.-21. – Vjerojatnost/frekvencija 144
Tablica 6.5.-22. – Svojstva propana 145
Tablica 6.5.-23. – Atmosferski podaci 145
Tablica 6.5.-24. – Podaci o istjecanju 145
6.5.-25 Granične koncentracije para ispuštenih medija 146
6.5.-26 Lokacijske značajke i meteorološki uvjeti 146
Tablica 6.5.-27. – Zone utjecaja u slučaju eksplozije 148
Slika 6.5.-7. - Zone u slučaju eksplozije para propana 148
Tablica 6.5.-28. – Zone utjecaja u slučaju požara 149
Slika 6.5.-8. – Zone utjecaja u slučaju požara para propana 149
Tablica 6.5.-26. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 151
Tablica 6.5.-27. – Posljedice na Gospodarstvo 152
Tablica 6.5.-32. – Vjerojatnost/frekvencija 155
Tablica 7.10.-33. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 156
Tablica 6.6.-1. – Kronološki pregled zabilježenih poplava na vodnom području rijeke Dunav 164
Tablica 6.6.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 179
Tablica 6.6.-3. – Posljedice na Gospodarstvo 179
Tablica 6.6.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena infrastruktura 180
Tablica 6.6.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 181
Tablica 6.6.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 181
Tablica 6.6.-7. – Vjerojatnost/frekvencija 184
Tablica 6.6.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 186
Tablica 6.6.-9. – Posljedice na Gospodarstvo 187
Tablica 6.6.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena infrastruktura 188
Tablica 6.6.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 189
Tablica 6.6.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 189
Tablica 6.6.-13. - Maksimalni vodostaji na Savi 190
Tablica 6.6.-14. – Vjerojatnost/frekvencija 191

Tablica 6.6.-15. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 193

Tablica 6.7.-1. - Pregled stanova na području Grada Zagreba prema broju i godinama izgradnje (Državni zavod za statistiku) 207

Tablica 6.7.-2. - Pregled oštećenja stambenih građevinskih jedinica za IX. stupanj MCS [24]..... 208

Tablica 6.7.-3. - Mogući problemi na gradskoj infrastrukturi za slučaj snažnog potresa..... 210

Tablica 6.7.-4. - Gradske četvrti Grada Zagreba, procjena strukture zgrada po tipovima [12] 211

Tablica 6.7.-5. - Broj potpuno uništenih i djelomično oštećenih stanova [12] 212

Tablica 6.7.-6. - Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca za najvjerojatniji neželjeni događaj..... 214

Tablica 6.7.-7. - Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca za događaj s najgorim mogućim posljedicama 215

Tablica 6.7.-8. - Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA [25] za najvjerojatniji neželjeni događaj 215

Tablica 6.7.-9. - Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA [25] za događaj s najgorim mogućim posljedicama 216

Tablica 6.7.-100. – Sumarni rezultati za scenarij NND 227

Tablica 6.7.-111. – Sumarni rezultati za scenarij DNP..... 229

Tablica 6.7.-12.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi..... 232

Tablica 6.7.-13. – Posljedice na Gospodarstvo 234

Tablica 6.7.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja..... 236

Tablica 6.7.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 237

Tablica 6.7.-16. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 237

Tablica 6.7.-17. – Vjerojatnost/frekvencija..... 238

Tablica 6.7.-18. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi..... 240

Tablica 6.7.-19. – Posljedice na Gospodarstvo 243

Tablica 6.7.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja..... 244

Tablica 6.7.-21. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 245

Tablica 6.7.-22. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 245

Tablica 6.7.-23. – Vjerojatnost/frekvencija..... 246

Tablica 1. – Posljedice na život i zdravlje ljudi 266
Tablica 2. – Posljedice na Gospodarstvo 267
Tablica 3. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 267
Tablica 4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 267
Tablica 5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 268
Tablica 6. – Vjerojatnost/frekvencija 268
Tablica 7. – Posljedice na život i zdravlje ljudi 270
Tablica 8. – Posljedice na Gospodarstvo 270
Tablica 9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 271
Tablica 10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 271
Tablica 11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 271
Tablica 12. – Vjerojatnost/frekvencija 272
Tablica 13. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 273
Tablica 6.9.-1. – Kontekst promatranog ugroženog područja, izvori podataka. 282
Tablica 6.9.-2. – Ukupno prijavljene štete od elementarnih nepogoda 285
Tablica 6.9.-3. – Prijavljene štete od elementarnih nepogoda, štete u kategoriji Društvena stabilnost i politika 286
Tablica 6.9.-4. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 289
Tablica 6.9.-5. – Posljedice na Gospodarstvo 290
Tablica 6.9.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 290
Tablica 6.9.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 291
Tablica 6.9.-8. – Vjerojatnost/frekvencija 291
Tablica 6.9.-9. – Procijenjeni troškovi privremene i konačne sanacije nastalih šteta uslijed elementarne nepogode 1. i 2. veljače 2014. godine na području Primorsko-goranske županije. 293
Tablica 6.9.-10. – Poremećaji u mreži HOPS-a za dane 1. i-2 veljače 2014 godine. 297
Tablica 6.9.-11. – Oštećenja na elektroenergetskoj mreži i troškovi sanacije u Gorskom kotaru. 298
Tablica 6.9.-12. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 301
Tablica 6.9.-13. – Posljedice na Gospodarstvo 302

Tablica 6.9.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 303

Tablica 6.9.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 303

Tablica 6.9.-16. – Vjerojatnost/frekvencija 304

Tablica 6.9.-17. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 305

Tablica 6.10.-1.- Struktura proljetne sjetve po kulturama u 2013. godini 312

Tablica 6.10.-2.- Kulture i površine u jesenskoj sjetvi u 2013. godini 312

Tablica 6.10.-3. – Površine voćnjaka i vinograda u Republici Hrvatskoj i Osječko-baranjskoj županiji 313

Tablica 6.10.-4. – Ukupno prijavljene štet od suša u Republici Hrvatskoj u poljoprivredi po godinama za razdoblje 1995. – 2013 317

Tablica 6.10.-5. – Vrijednosti SPI indeksa za Osijek u razdoblju 1995. – 2012. 320

Tablica 6.10.-6. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 321

Tablica 6.10.-7. – Posljedice na Gospodarstvo 321

Tablica 6.10.-8. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 322

Tablica 6.10.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 322

Tablica 6.10.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 322

Tablica 6.10.-11. – Trajanje sušnih razdoblja (D, u mjesecima) i pripadne magnitude (M) koja su zabilježena tijekom 2007. godine 323

Tablica 6.10.-12. – Vjerojatnost/frekvencija 323

Tablica 6.10.-13. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 325

Tablica 6.10.-14. – Posljedice na Gospodarstvo 325

Tablica 6.10.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 325

Tablica 6.10.-16. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 326

Tablica 6.10.-17. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 326

Tablica 6.10.-18. – Vjerojatnost/frekvencija 327

Tablica 6.10.-19. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 328

Tablica 6.11.-1. – Stupanj zaslanjenosti tla 331

Tablica 6.11.-2. – Stupanj zaslanjenosti vode 331

Tablica 6.11.-3. – Kretanje temperature i padalina u desetgodišnjem periodu na meteorološkoj postaji Opuzen 339

Tablica 6.11.-4 – Prihodi, rashodi i dohodak poljoprivredne proizvodnje 340

Tablica 6.11.-5. – Pregled najvažnijih varijabli scenarija 340

Tablica 6.11.-6. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 341

Tablica 7.11-7 – Prihodi, rashodi i dohodak u uvjetima najvjerojatnijeg događaja 341

Tablica 6.11.-8. – Posljedice na Gospodarstvo 341

Tablica 6.11.-9. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 342

Tablica 6.11.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 342

Tablica 6.11.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 342

Tablica 6.11.-12. – Vjerojatnost/frekvencija 343

Tablica 6.11.-13. – Pregled najvažnijih varijabli scenarija 345

Tablica 6.11.-14. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 345

Tablica 6.11.-15. – Posljedice na Gospodarstvo 345

Tablica 6.11.-16. – Prihodi, rashodi i dohodak u uvjetima najgoreg mogućeg događaja 346

Tablica 6.11.-17. – Gubitak dohotka u poljoprivredi i vrijednosti poljoprivrednog zemljišta 346

Tablica 6.11.-18. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 347

Tablica 6.11.-19. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 347

Tablica 6.11.-20. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 348

Tablica 6.11.-21. – Vjerojatnost/frekvencija 348

Tablica 6.11.-22. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 350

Tablica 6.12.-1. - Maksimalne vrijednosti vodostaja Save, postaja Zagreb za period 2004. – 2013. po mjesecima (cm) 352

Tablica 6.12.-2. - Maksimalne vrijednosti protoka Save, postaja Zagreb za period 2004. – 2013. po mjesecima (m^3s-1) 352

Tablica 6.12.-3. – Vjerojatnost/frekvencija potresa 355

Tablica 6.12.-4. – Potresi s epicentrom u okolici Zagreba od 1999. do 2008. godine (Geofizički odsjek PMF-a, Zagreb) 358

Tablica 6.12.-5. – Vjerojatnost/frekvencija poplava 360
Tablica 6.12.-6. - Najveći zabilježeni vodostaji na hidrološkoj postaji Zagreb na Savi 361
Tablica 6.12.-7. – Pregled broja stambenih jedinica po razdobljima primjene pojedinih propisa za projektiranje 365
Tablica 6.12.-8. – Sistematizirani rezultati procjena oštećenja dobiveni iz Obrazaca 367
Tablica 6.12.-9. – Pregled oštećenja stambenih građevinskih jedinica za IX. stupanj MCS 368
Tablica 6.12.-10. – Procjena očekivanih žrtava i šteta prema SIA 370
Tablica 6.12.-11. – Procjena očekivanih ljudskih žrtava i šteta po društvenim vrijednostima 372
Tablica 6.12.-12. – Procjena očekivanih ljudskih žrtava i šteta po društvenim vrijednostima 374
Tablica 6.12.-13. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 375
Tablica 6.12.-14. – Posljedice na Gospodarstvo 377
Tablica 6.12.-15. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku 379
Tablica 6.12.-16. – Ukupne vrijednosti kategorija društvenih vrijednosti 380
Tablica 6.12.-17. – Vjerojatnost/frekvencija potresa 381
Tablica 6.12.-18. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 384
Tablica 6.13.-1. – Podaci o najbližim energetskim reaktorima 391
Tablica 6.13.-2. - Sadržaj ispusta iz zaštitne zgrade u okoliš 404
Tablica 6.13.-3.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 408
Tablica 6.13.-4. – Posljedice na Gospodarstvo 410
Tablica 6.13.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 411
Tablica 6.13.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 411
Tablica 6.13.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 411
Tablica 6.13.-8. – Vjerojatnost/frekvencija 412
Tablica 6.13.-9. – Sadržaj ispusta iz zaštitne zgrade u okoliš 414
Tablica 6.13.-10. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 419
Tablica 6.13.-11. – Posljedice na Gospodarstvo 421
Tablica 6.13.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 422
Tablica 6.13.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 422

Tablica 6.13.-14. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 422

Tablica 6.13.-15. – Vjerojatnost/frekvencija 424

Tablica 6.13.-16 – Troškovi i gubici za Francusku u slučaju nesreće u jednoj od nuklearnih elektrana 428

Tablica 6.13.-17. – Troškovi i gubici za Irsku u slučaju nuklearne nesreće u susjedstvu 429

Tablica 6.12.-1. – Kategorije i tipična područja primjene radioaktivnih izvora 439

Tablica 6.12.-2. – Karakteristične aktivnosti izvora za tipične radionuklide u općoj upotrebi 440

Tablica 6.12.-3.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 459

Tablica 6.12.-4. – Posljedice na Gospodarstvo 459

Tablica 6.12.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 460

Tablica 6.12.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 460

Tablica 6.12.-7. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 460

Tablica 6.3.-10. – Vjerojatnost/frekvencija 461

Tablica 6.12.-9. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 466

Tablica 6.12.-10. – Posljedice na Gospodarstvo 466

Tablica 6.12.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 467

Tablica 6.12.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 467

Tablica 6.12.-13. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 467

Tablica 6.12.-14. – Vjerojatnost/frekvencija 469

Tablica 6.15.-1. Terminologija za opis dubine klizišta (IPL, 2013). 475

Tablica 1.2. Terminologija za opis površina klizišta (van Schalkwyk i Thomas, 1991) 476

Tablica 6.15.-3. Terminologija za opis brzine klizišta (Hungr, 1981; WP/WLI, 1995). 476

Tablica 2.1. Klasifikacijska skala za vrijednosti SPI (McKee i dr., 1993) 483

Tablica 6.15.-2.- Posljedice na Život i zdravlje ljudi 488

Tablica 6.15.-3. – Posljedice na Gospodarstvo. 489

Tablica 6.15.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura. 490

Tablica 6.15.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 490

Tablica 6.15.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. 490

Tablica 6.15.-7. – Vjerojatnost/frekvencija 491

Tablica 6.15.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 493

Tablica 6.15.-9. – Posljedice na Gospodarstvo. 494

Tablica 6.15.-10. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 495

Tablica 6.15.-11. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja. 495

Tablica 6.15.-12. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana. 495

Tablica 6.15.-13. – Vjerojatnost/frekvencija. 496

Tablica 6.15.-14. – Prikaz broja općina i gradova po županijama s očekivanim brojem klizišta za vrijeme najvjerojatnijeg neželjenog događaja. 498

Tablica 6.16.-1. – Promet tereta u morskim lukama 503

Tablica 6.16.-2. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 529

Tablica 6.16.-3. – Posljedice na Gospodarstvo 529

Tablica 6.16.-4. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Oštećena kritična infrastruktura 530

Tablica 6.16.-5. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Štete/gubici na građevinama od javnog društvenog značaja 530

Tablica 6.16.-6. – Posljedice na Društvenu stabilnost i politiku – Prestanak rada kritične infrastrukture na rok dulji od 10 dana 530

Tablica 6.16.-7. – Vjerojatnost/frekvencija 531

Tablica 6.16.-8. – Posljedice na Život i zdravlje ljudi 532

Tablica 6.16.-9. – Posljedice na Gospodarstvo 533

Tablica 6.5.-32. – Vjerojatnost/frekvencija 534

Tablica 6.16.-11. – Nepouzdanost rezultata procjene rizika 537

5. POPIS SUDIONIKA U IZRADI PROCJENE RIZIKA OD KATASTROFA

A

- mr.sc. Ivo Allegretti
- doc. dr. sc. Josip Atalić
- prof.dr.sc. Željko Arbanas, mag.ing.aedif

B

- Franka Baćurin
- dr.sc. Alica Bajić
- dr.sc. Darko Barbalić, dipl.ing.građ.
- mr.sc. Marina Barbalić, dipl.ing.građ.
- prof. dr. sc. Ljubo Barbić
- Andrea Barišin, dr.med
- dr.sc. Tomislav Bedeković
- dr.sc. Miroslav Benić
- Sanja Bernat Gazibara, mag.ing.geol.
- Daniela Beroš, dipl.ing.kem.teh.
- dr.sc. Danko Biondić, dipl.ing.građ.
- Tomislav Blažević, dipl. ing.
- Tin Bobetko, dipl.ing.
- izv.prof.dr.sc.Neven Bočić
- Marijan Borić, dipl.ing.
- Damir Borović, dipl. ing. građ.
- dr.sc. Iris Bostjančić, dipl.ing.geol.
- dr.sc. Željko Budinšćak
- Ivana Bulajić, dipl. ing
- mr.sc. Hrvoje Buljan, dipl.ing.kem.teh.
- dr.sc. Renato Buljan, dipl.ing.geol.

C

- dr.sc Krunoslav Capak, dr.med
- mr.sc. Milena Car, dr.med.
- mr. sc. Ksenija Cindric Kalin
- Branko Crkvenčić

D

- Ivica Delić, dipl. ing.
- doc. dr. sc. Domagoj Damjanović
- izv. prof. dr. sc. Jadranka Deže
- prof. emer. Josip Dvornik

Đ

- mr. sc. Zoran Đuroković, dipl.ing.građ

E

- dr.sc. Marijan Erceg, dr.med

F

- Dalibor Ferenčak, prof

G

- Marinko Galiot, dipl.ing.građ.
- dr.sc. Mario Gazdek
- izv.prof. dr.sc. Davor Grandić
- Višnja Grgasović, dipl.ing.geol
- prof.dr.sc. Zoran Grgić

H

- izv.prof. dr.sc. Marijana Hadzima Nyarko
- dr.sc. Sanja Hak
- Josipa Hercigonja, dipl.ing.agr.
- Nataša Holcinger, prof. geol. i geog.

I

- dr.sc. Branka Ivančan-Picek
- mr.sc. Ines Ivančić
- izv.prof.dr.sc. Krešo Ivandić

J

- izv.prof.dr.sc. Martina Jakovčić
- Ivana Lohman Janković, dr. med.vet.
- Pavle Jeličić,dr.med
- doc. dr. sc. Lorena Jemeršić

K

- dr.sc Bernard Kaić, dr.med
- Ida Karajić, dipl. ing.
- Marija Kelava, dipl. ing.
- mr.sc. Ana Komorski
- Franjo Koren, dipl.oec.
- Prof. dr. sc. Meho-Saša Kovačević
- Mario Križić, dipl. ing
- mr.sc. Sanja Kurečić Filipović, dr.med
-

L

- prof.dr.sc. Damir Lazarević

- dr.sc. Borna Lužar

M

- Miro Macan, dipl.ing.agr.
- Tomislav Majerović, mag.ing.aedif.
- Ljupka Maltar, dr.med.vet.
- izv.prof.dr.sc. Tihomir Marjanac
- Ana Mesarić, dipl.ing.preh.teh.
- prof.dr.sc. Milan Mesić
- izv.prof.dr.sc. Snježana Mihalić Arbanas, dipl.ing.geol.
- dr.sc. Željko Mihaljević
- doc.dr.sc. Krunoslav Minažek, dipl.ing.građ.
- Gordan Mirošević, dipl. ing
- Tina Mojaš, mag. ing. agroekologije
- prof.dr.sc. Mensur Mulabdić, dipl.ing.građ.

N

- dr. sc. Adrijana Novak
- Zvonimir Novosel, dipl.ing.

P

- Stipe Pandža, dipl. ing.
- prof.dr.sc. Marina Pavlak
- Lahorka Pejić, dipl.ing.preh.teh.
- Iva Pem Novoslel, dr. med
- mr.sc. Melita Perčec Tadić
- Hrvoje Pernar, mag. ing. aedif.
- Goranka Petrović, dr.med
- Milenko Pezer, mag. pol.
- Samra Polić, dipl.ing.građ.
- Vedran Poljak, dr.med

R

- Michell Raić, student- volonter
- izv.prof.dr.sc. Ljubica Ranogajec
- prof.dr. Domagoj Rastija
- Tanja Renko, dipl.ing.
- dr.sc. Besi Roić
- prof.dr.sc. Davor Romić
- Filip Rukavina, bacc. ing. admin. chris.

S

- Josip Sajko

- Vesna Salamunović
- dr.sc. Zvonko Sigmund
- Sandra Sokolić, dip.ing
- dr.sc. Nataša Strelec Mahović
- Neven Szabo, mr. sig.

Š

- dr.sc. Marta Šavor Novak
- Zaviša Šimac, prof. geol. i geog.
- dr.sc. Mladen Šimala
- Aleksandar Šimunović, dr.med
- Prof.dr.sc. Jasna Šoštarić
- Srećko Švoger, dipl. ing

T

- Prof. dr.sc. Boris Trogrlić
- Stjepan Tvrdinić, dipl.ing.

U

- dr.sc. Mario Uroš

V

- Igor Vilus dipl.ing.geod.
- Sanja Vinter, dipl. ing
- Marko Vučetić, dipl. ing.
- dr.sc. Višnja Vučetić
- dr.sc. Andrija Vukadin
- Milan Vuković
- Luka Vukmanić, mag.ing.aedif.

Z

- dr.sc. Ksenija Zaninović
- Alen Zorić