

Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini

Zagreb, prosinac 2012.

SADRŽAJ

1.	Konvencionalni simulator terapije zračenjem	1
2.	Cilj ispitivanja, učestalost ispitivanja, uvid odgovorne osobe u rezultate ispitivanja i prikladnost uređaja za kliničku uporabu	2
3.	Parametri koji se kontroliraju, tolerancija i učestalost kontrole	4
3.1	Provjere mehaničkih parametara uređaja	4
3.2	Provjere parametara polja zračenja	4
3.3	Provjere parametara snopa x-zraka	5
3.4	Provjere sigurnosnih parametara uređaja	5
4.	Literatura	6
5.	Radni postupci	7
5.1	DNEVNA KONTROLA KVALITETE SIMULATORA	7
5.1.1	Provjere mehaničkih parametara uređaja	7
5.1.1.1	Položaj lasera	7
5.1.2	Provjere sigurnosnih parametara uređaja	9
5.1.2.1	Provjera sigurnosnih prekidača	9
5.1.2.2	Provjera rada svjetlosne signalizacije	9
5.1.2.3	Prekid ekspozicije otvaranjem vrata	10
5.2	MJESEČNA KONTROLA KVALITETE SIMULATORA	11
5.2.1	Provjere mehaničkih parametara uređaja	11
5.2.1.1	Provjera stabilnosti projekcije centra svjetlosnog polja	11
5.2.1.2	Usporedba digitalnog pokazivača veličine polja s njegovim svjetlosnim prikazom	12
5.2.1.3	Provjera optičkog pokazivača distance (OPD)	13
5.2.1.4	Provjera sukladnosti lasera sa projekcijom centralnih osi svjetlosnog polja	14
5.2.1.5	Ovisnost projekcije centra svjetlosnog polja i OPD-a o lateralnim pomacima stola	15
5.2.1.6	Provjera parametara stola	15
5.2.2	Provjere parametara polja zračenja	16
5.2.2.1	Provjera centra polja zračenja	16
5.2.2.2	Provjera veličine polja zračenja	17
5.2.3	Provjere sigurnosnih parametara uređaja	18
5.2.3.1	Provjera sigurnosnih prekidača	18
5.2.3.2	Provjera rada svjetlosne signalizacije	18
5.2.3.3	Prekid ekspozicije otvaranjem vrata	18
5.3	KVARTALNE/GODIŠNJE KONTROLE KVALITETE SIMULATORA	19
5.3.1	Provjera mehaničkih parametara uređaja	19
5.3.1.1	Pokazivač položaja stativa	19
5.3.1.2	Pokazivač položaja kolimatora	19
5.3.1.3	Provjera udaljenosti Fokus-Film (SFD)	19
5.3.2	Provjera stabilnosti rendgen cijevi uređaja	20
5.3.2.1	Provjera napona rendgenske cijevi	20
5.3.2.2	Provjera maksimalne brzine doze	20
5.3.2.3	Provjera sloja polovične vrijednosti	20
5.3.2.4	Provjera centra snopa i veličine polja	21
5.3.2.5	Razlučivost izlaznog monitora	22
5.3.2.6	Kontrast izlaznog monitora	22
5.3.2.7	Provjera zračenja uređaja u radnoj okolini	23

1. Konvencionalni simulator terapije zračenjem

Konvencionalni simulator terapije zračenja se sastoji od dijagnostičkog snopa x-zraka smještenog na stativu koji se može rotirati. Konstruiran je tako da pruža mogućnost simulacije terapijskih parametara pojedinog terapijskog uređaja. Dijagnostički snop x-zraka daje visoku kvalitetu snimke, bilo u radiografskom, bilo dijaskopskom načinu rada. Na taj način se osigurava pravilno postavljanje terapijskih snopova u odnosu na anatomiju od interesa.



2. Cilj ispitivanja, učestalost ispitivanja, uvid odgovorne osobe u rezultate ispitivanja i prikladnost uređaja za kliničku uporabu

CILJ

Definirati proces kontrole kvalitete klasičnog simulatora; metode, potrebnu opremu, način i učestalost obavljanja procedura. Time se osigurava da u svakom trenutku rada s pacijentima značajke uređaja budu, do na propisanu toleranciju, jednake onima prilikom primopredaje uređaja. Također je nužno osigurati kompatibilnost simulatora s terapijskim uređajima.

UČESTALOST ISPITIVANJA

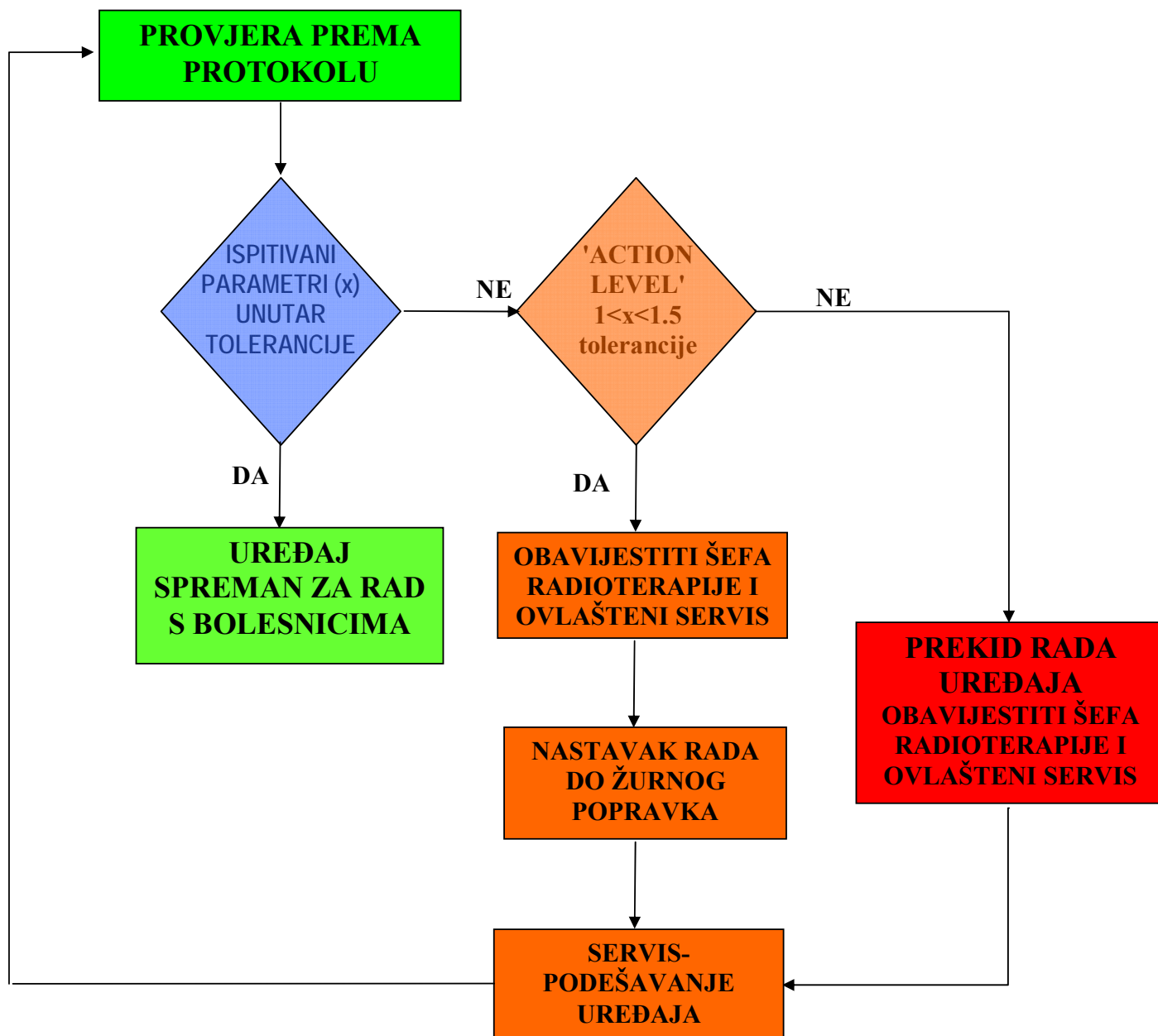
Prema učestalosti procedure su podijeljene na dnevne, mjesečne i godišnje. Dodatno, nakon svakog servisa uređaja je potrebno obaviti mjesečnu proceduru kontrole kvalitete.

ANALIZA PODATAKA I PRIKLADNOST UREĐAJA ZA KLINIČKU UPORABU

Analizu podataka izvode fizičari.

U slučaju da je odstupanje nekog od ispitivanih parametara izvan propisane tolerancije o tome se treba žurno izvjestiti odgovornu osobu Klinike/Zavoda koja je dužna poduzeti korake za uklanjanje problema. Posebno, ako je odstupanje 1.5 puta veće od tolerancije treba prekinuti rad s pacijentima do otklanjanja problema.

Postupanje nakon analize je dano u procesnom dijagramu:



Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
--	--

3. Parametri koji se kontroliraju, tolerancija i učestalost kontrole

Pravilnikom su propisane provjere:

- A) Mehaničkih parametara uređaja
- B) Parametara polja zračenja
- C) Parametra snopa x-zraka
- D) Sigurnosnih parametara uređaja

3.1 Provjere mehaničkih parametara uređaja

Parametar	Tolerancija	Učestalost
A1) Provjera stabilnosti projekcije centra svjetlosnog polja	2 mm	Mjesečno
A2) Usporedba digitalnog pokazivača veličine polja s njegovim svjetlosnim prikazom	2 mm	Mjesečno
A3) Provjera optičkog pokazivača distance	2 mm	Mjesečno
A4) Provjera sukladnosti lasera	2 mm	Dnevno/Mjesečno
A5) Ovisnost projekcije centra svjetlosnog polja i OPD-a o lateralnim pomacima stola	2 mm	Mjesečno
A6) Provjera parametara stola	2 mm	Mjesečno
A8) Pokazivač položaja stativa	1°	Godišnje
A9) Pokazivač položaja kolimatora	1°	Godišnje
A10) Provjera udaljenosti Fokus-Film (SFD)	2 mm	Godišnje

Tablica 1. Parametri, tolerancije i učestalosti provjere mehaničkih parametara uređaja

3.2 Provjere parametara polja zračenja

Parametar	Tolerancija	Učestalost
B1) Provjera centra polja zračenja	2 mm	Mjesečno
B2) Provjera veličine polja zračenja	2 mm	Mjesečno

Tablica 2. Parametri, tolerancije i učestalosti provjere parametara polja zračenja

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
--	--

3.3 Provjere parametara snopa x-zraka

Parametar	Tolerancija	Učestalost
C1) Provjera napona rendgenske cijevi	10%	Godišnje
C2) Provjera maksimalne brzine doze a) Normalna brzina doze b) Visoka brzina doze	≤ 5,3 Gy/h ≤ 10,6 Gy/h	Godišnje
C3) Provjera sloja polovične vrijednosti		Godišnje
C4) Provjera centra snopa i veličine polja		Godišnje
C5) Razlučivost izlaznog monitora		Godišnje
C6) Kontrast izlaznog monitora		Godišnje
C7) Provjera doze u radnoj okolini		Godišnje

Tablica 3. Parametri, tolerancije i učestalosti provjere parametara snopa x-zraka

3.4 Provjere sigurnosnih parametara uređaja

Parametar	Tolerancija	Učestalost
D1) Provjera sigurnosnih prekidača	Radi	Dnevno
D2) Provjera rada svjetlosne signalizacije	Radi	Dnevno
D3) Prekid ekspozicije otvaranjem vrata	Radi	Dnevno

Tablica 4. Parametri, tolerancije i učestalosti provjere sigurnosnih parametara uređaja

4. Literatura

1. Physical aspects of quality assurance in radiation therapy - AAPM (American Association of Physicists in Medicine), Report N° 13,1984.
2. Comprehensive QA for radiation oncology - Report of AAPM Radiation Therapy Committee Task Group 40, Medical Physics Vol.21 N° 4, 1994.
3. Zaštita od ionizirajućih zračenja, propisi u republici Hrvatskoj. Mladen Novaković. Ekoteh dozimetrija, Zagreb 2001.
4. Review of radiation oncology physics: handbook for teachers and students, ed. E.B. Podgorsak, IAEA,Vienna, 2003
5. Guidelines for comprehensive audit of radiotherapy practise: a tool for quality improvement, J. Izewska, H. Svensson, at.all.,IAEA, 2006.
6. Simview 3000 Acceptance test procedure – Siemens Medical Solutions

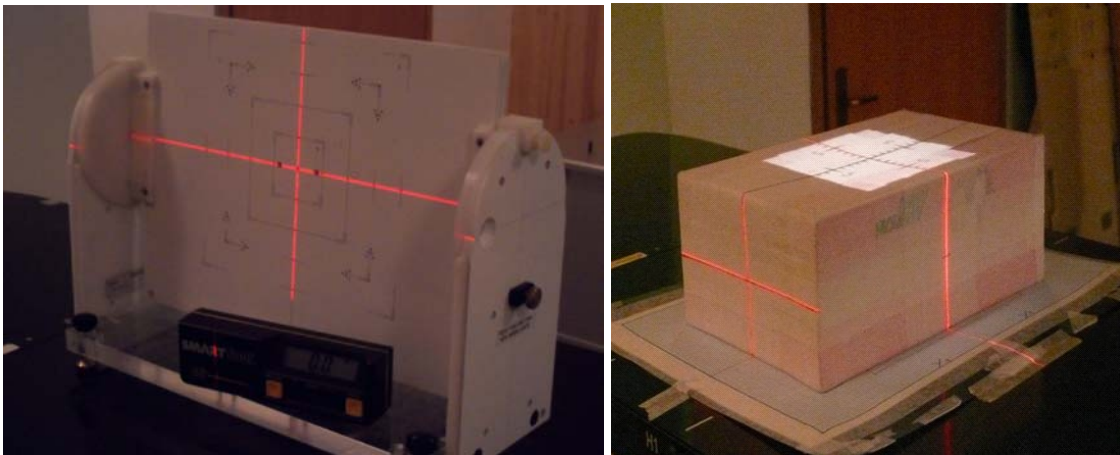
5. Radni postupci

5.1 DNEVNA KONTROLA KVALITETE SIMULATORA

5.1.1 Provjere mehaničkih parametara uređaja

5.1.1.1 Položaj lasera

Provjere se mogu izvoditi pomoću uređaja IsoAlign ili kutije s ocrtanim osima.

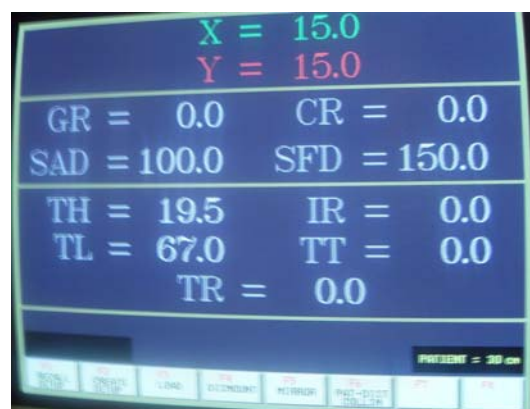


Ako nije drugačije navedeno, provjere izvoditi u sljedećoj postavci (referentni uvjeti):

-kut stativa i kolimatora 0°

-veličina polja $15 \times 15 \text{ cm}^2$

-udaljenost fokus-površina (eng. Source to Surface Distance) SSD=100 cm

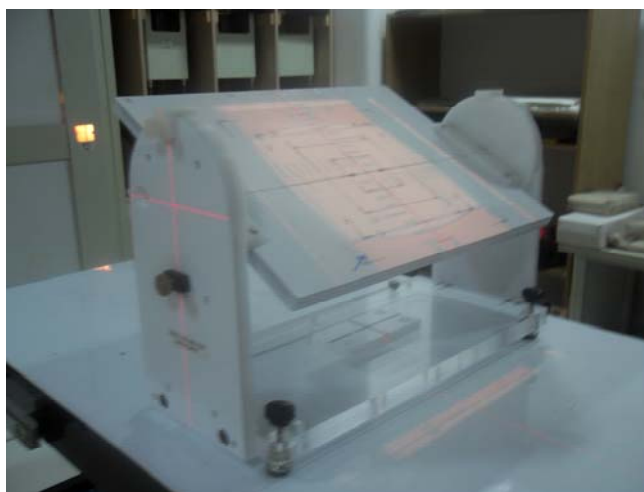


IsoAlign postaviti vodoravno u odnosu na stol i pozicionirati ga tako da se projekcije osi svjetlosnog polja poklapaju sa njegovim centralnim osima na SSD=100 cm. Pomoću mehaničkog pokazivača distance postaviti SSD=100 cm i stol postaviti u ishodište (nulirati).

a) sagitalni laser

Položaj IsoAligna treba biti takav da se rotirajući ploču može provjeriti sagitalni laser. Provjerava se poklapanje projekcije centra svjetlosnog polja i sagitalnog lasera pri SSD=100 cm i SSD=90 cm.

(tolerancija: 2 mm)

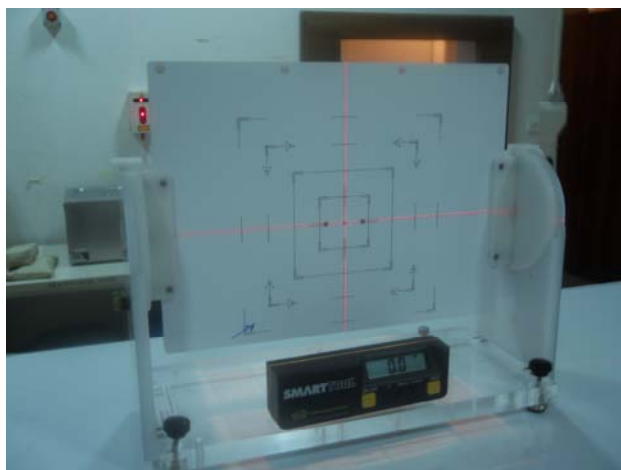


	vertikalni pomak stola	
	SSD=100cm	SSD=90cm
Δ /mm		

b) bočni laseri

Položaj IsoAligna treba biti takav da se rotirajući ploču mogu provjeriti bočni laseri. Provjerava se poklapanje centra ploče IsoAligna i bočnih lasera pri SSD=100 cm i 90 cm.

(tolerancija: 2 mm)



	horizontalno			vertikalno		
SSD/cm	100	90	80	100	90	80
laseri	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
desni						
lijevi						

5.1.2 Provjere sigurnosnih parametara uređaja

5.1.2.1 Provjera sigurnosnih prekidača

Treba provjeriti da nikakvo gibanje nije moguće dok su pritisnute "deadman" tipke. Nakon deaktiviranja tipki sve funkcije trebaju biti aktivne.

(kriteriji: pravilan rad)

DA NE

5.1.2.2 Provjera rada svjetlosne signalizacije

Treba provjeriti da li svjetlosne funkcije svjetle u pravo vrijeme.

Zeleno - treba svjetliti kad je uređaj u "off mode"

Crveno- treba svjetliti kad je uređaj u "on mode"

(kriteriji: pravilan rad)

DA NE

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
--	--

5.1.2.3 Prekid ekspozicije otvaranjem vrata

Treba provjeriti da li se prekida ekspozicija prilikom otvaranja vrata prostorije.

(kriteriji: pravilan rad)

DA

NE

5.2 MJESEČNA KONTROLA KVALITETE SIMULATORA

5.2.1 Provjere mehaničkih parametara uređaja

Ako nije drugačije navedeno, provjere izvoditi u sljedećoj postavci (referentni uvjeti):

-kut stativa i kolimatora 0°

-veličina polja $15 \times 15 \text{ cm}^2$

-udaljenost fokus-površina (eng. Source to Surface Distance) SSD=100 cm.

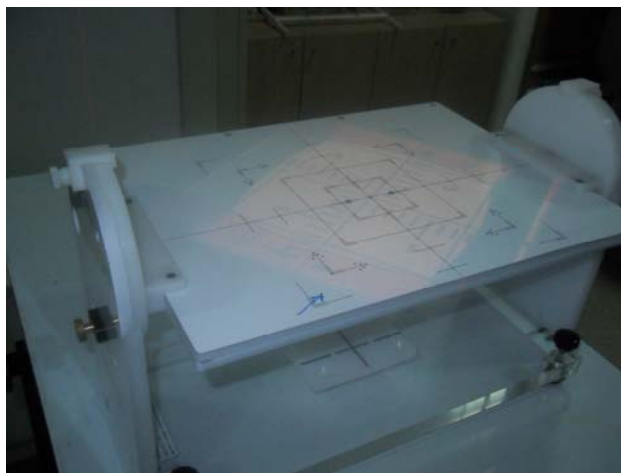
IsoAlign postaviti vodoravno u odnosu na stol i pozicionirati ga tako da se projekcije osi svjetlosnog polja poklapaju sa njegovim centralnim osima na SSD=100 cm. Pomoću mehaničkog pokazivača distance postaviti SSD=100 cm i stol postaviti u ishodište (nulirati).

5.2.1.1 Provjera stabilnosti projekcije centra svjetlosnog polja

a) sa rotacijom kolimatora

Kolimator rotirati u razmacima od 40° i bilježiti odstupanja centra svjetlosnog polja.

(tolerancija: 2 mm)



Co= Δ_{\max} =

Kolimator rotirati na približno $270^\circ/90^\circ$ tako da su osi svjetlosnog polja ili poklopljene ili paralelne sa osima IsoAligna. Zabilježiti odstupanje kuta kolimatora očitano na monitoru i na IsoAlignu pomak osi u mm.

(tolerancija: 1° , 2 mm)



Co=90° Δ/°= Δ /mm=

Co=270° Δ/°= Δ /mm=

b) sa vertikalnim pomacima stola

Pomicati stol na SSD 90 cm pa 80 cm. Očitati pomak projekcije centra svjetlosnog polja i zabilježiti u tablicu.

(tolerancija: 2 mm)

	vertikalni pomak stola		
SSD/cm	95	90	80
Δ/mm			

5.2.1.2 Usporedba digitalnog pokazivača veličine polja s njegovim svjetlosnim prikazom

Veličinu svjetlosnog polja postaviti tako da se poklapa s oznakama na IsoAlignu, usporediti sa vrijednostima na monitoru i zabilježiti odstupanja. Pri upisivanju voditi računa da su odstupanja upisana sa odgovarajućim predznakom. Provjeru izvoditi pri kutu kolimatora 0°, 90°, 270°.

(tolerancija: 2 mm na svakom kraju)

	Co=0°	Co=90°	Co=270°
Δ _{x1}			
Δ _{x2}			
Δ _{y1}			
Δ _{y2}			

5.2.1.3 Provjera optičkog pokazivača distance (OPD)

a) pomoću SSD bloka

Pomoću optičkog pokazivača distance namjestiti na površinu IsoAligna SSD= 100 cm. Na ploču postaviti SSD blok po bridovima a=5 cm, b=10 cm i c=15 cm i redom očitavati distance pomoću OPD. Skinuti gornju ploču IsoAligna i na donjoj ponoviti postupak sa SSD blokom u različitim položajima. Zabilježiti dobivene vrijednosti.

(tolerancija: 2 mm)



SSD _{blok} /cm	115	110	105	95	90
OPD/cm					

b) pomoću mehaničkog pokazivača distance (MPD)

Centar polja poklopiti s sjecištem osi na IsoAlignu i pomoću mehaničkog pokazivača distance namjestiti SSD=100 cm. Očitati vrijednost pomoću optičkog pokazivača distance. Ponoviti isti postupak za različite vrijednosti SSD-a 90, 95, 105, 110 cm. Zabilježiti dobivene vrijednosti.

(tolerancija: 2 mm)



Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
---	---

MPD/cm	90	95	105	100
OPD/cm				

5.2.1.4 Provjera sukladnosti lasera sa projekcijom centralnih osi svjetlosnog polja

a) sagitalni laser

Položaj IsoAligna neka bude takav da se rotirajući ploču može provjeravati sagitalni laser. Provjeriti poklapanje projekcije centra svjetlosnog polja i sagitalnog lasera pri SSD=100 cm, 90 i 80 cm.

SSD/cm	vertikalni pomak stola			longitudinalni pomak stola	
	100	90	80	$\Delta=20$ cm	$\Delta=10$ cm
Δ /mm					

Nakon toga provjeriti njihovo poklapanje pri longitudinalnim pomacima stola $\Delta=20$ cm, 10 cm.

(tolerancija: 2 mm)

b) bočni laseri

Položaj IsoAligna neka bude takav da se rotirajući ploču mogu provjeravati bočni laseri. Provjeriti poklapanje centra ploče IsoAligna i bočnih lasera pri SSD=100 cm, 90 cm i 80 cm.

(tolerancija: 2 mm)

SSD/cm	horizontalno			vertikalno		
	100	90	80	100	90	80
laseri	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
desni						
lijevi						

5.2.1.5 Ovisnost projekcije centra svjetlosnog polja i OPD-a o lateralnim pomacima stola

Stativ rotirati na 90° i očitati lateralni položaj stola. Ploču IsoAligna zarotirati prema stativu, očitati SSD i odrediti odstupanje projekcije centra svjetlosnog polja u tom položaju. Nakon toga, pomoću digitalnih očitavanja, stol lateralno pomaknuti za 20 cm i 10 cm i provjeriti isto. Zatim stativ rotirati na 270°, ploču IsoAligna ponovo okrenuti prema stativu i učiniti isti niz provjera. Odstupanja zabilježiti u iznosu i smjeru (↑=up, ↓=down, →=target, ←=gun).

(tolerancija: 2 mm)



pomak stola/cm	0	10	20
$\Delta_{\max 90}/\text{mm}$			
OPD90/cm			
$\Delta_{\max 270}/\text{mm}$			
OPD270/cm			

5.2.1.6 Provjera parametara stola

Postaviti IsoAlign u referentni položaj.

a) vertikalni pomak stola

Očitati digitalnu vrijednost pozicije stola. Zatim pomoću OPD-a stol vertikalno micati za $\Delta = \pm 5$ cm, ± 10 cm. Zabilježiti promjenu digitalnog očitavanja položaja stola za svaki vertikalni pomak.

(tolerancija: 2mm)

$T_{h(100)} =$

SSD (MPD)	110	105	95	90
Δ_{stol} (digitalno)				

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
---	---

b) lateralni pomak stola

Pomaknuti stol za $\Delta = \pm 10$ cm, ± 5 cm od izocentra koristeći se digitalnim očitanjem stola za lateralni pomak. Pri svakom pomaku stola očitati odstupanja na IsoAlignu. Zabilježiti očitavanja.

(tolerancija: 2 mm)

$T_{t(100)} =$

Δ_{LLstol} (digitalno)	$\Delta = -10$ cm	$\Delta = -5$ cm	$\Delta = 5$ cm	$\Delta = 10$ cm
Δ_{IA}/cm				

c) longitudinalni pomak stola

Pomaknuti stol za $\Delta = \pm 10$ cm, ± 5 cm od izocentra koristeći se digitalnim očitanjem stola za longitudinalni pomak. Pri svakom pomaku stola očitati odstupanja pomoću IsoAligna. Zabilježiti očitavanja.

(tolerancija: 2 mm)

$T_{l(100)} =$

Δ_{LGstol} (digitalno)	$\Delta = -10$ cm	$\Delta = -5$ cm	$\Delta = 5$ cm	$\Delta = 10$ cm
Δ_{IA}/cm				

5.2.2 Provjere parametara polja zračenja

Namjestiti IsoAlign poštujući referentne uvjete.

5.2.2.1 Provjera centra polja zračenja

a) usporedba s centrom svjetlosnog polja

Dijaskopirati i zabilježiti odstupanje centra radijacijskog polja i veličine polja u odnosu na zadanu.

(tolerancija: 2 mm)

centar polja: $\Delta_x =$ $\Delta_y =$

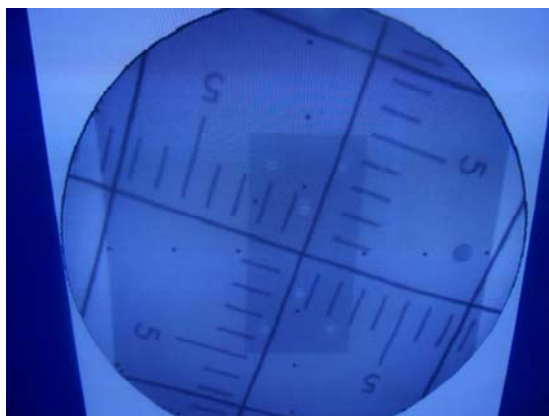
	$Gy=0^\circ, Co=0^\circ$
Δ_{x1}	
Δ_{x2}	
Δ_{y1}	
Δ_{y2}	



b) s rotacijom kolimatora

Dijaskopijom pozicionirati centar radijacijskog polja u centar IsoAligna. Rotirati kolimator u smjeru CW i CCW do 180°. Pratiti odstupanje centra radijacijskog polja u odnosu na centar IsoAligna. Dokumentirati najveće odstupanje i zabilježiti kut kolimatora.

(tolerancija: 2 mm)



Co/°=

Δ_{\max} =

5.2.2.2 Provjera veličine polja zračenja

Dijaskopijom pozicionirati centar radijacijskog polja u centar IsoAligna. Namjestiti veličine polja tako da se svjetlosna projekcija delineatora poklapa s poljem 15×15 cm².

Očitati na monitoru vrijednosti veličine polja. Zabilježiti odstupanje.

(tolerancija: 2 mm)

	15×15
Δ_{x1}	
Δ_{x2}	
Δ_{y1}	
Δ_{y2}	

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
--	--

5.2.3 Provjere sigurnosnih parametara uređaja

5.2.3.1 Provjera sigurnosnih prekidača

Treba provjeriti da nikakvo gibanje nije moguće dok su pritisnute "deadman" tipke. Nakon deaktiviranja tipki sve funkcije trebaju biti aktivne.

(kriteriji: pravilan rad)

DA NE

5.2.3.2 Provjera rada svjetlosne signalizacije

Treba provjeriti rade li svjetlosne funkcije u pravo vrijeme.

Zeleno - treba svjetliti kad je uređaj u "off mode"

crveno- treba svjetliti kad je uređaj u "on mode"

(kriteriji: pravilan rad)

DA NE

5.2.3.3 Prekid ekspozicije otvaranjem vrata

Treba provjeriti prekida li se zračenje prilikom otvaranja vrata prostorije.

(kriteriji: pravilan rad)

DA NE

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
---	---

5.3 KVARTALNE/GODIŠNJE KONTROLE KVALITETE SIMULATORA

5.3.1 Provjera mehaničkih parametara uređaja

5.3.1.1 Pokazivač položaja stativa

Koristeći digitalni pokazivač rotirati stativ redom u položaje 0°, 90°, 180°, 270°. Pri svakom položaju stativa libelom provjeriti točnost pozicije.

(tolerancija: 1° ili 0.5° ako digitalni pokazivač daje očitavanje do 0.1°)

stativ (digitalno)	0°	90°	180°	270°
$\Delta_{\text{očitano libelom}}$				

5.3.1.2 Pokazivač položaja kolimatora

Stativ postaviti u horizontalni položaj. Zatim rotirati kolimator redom u 0°, 90°, 180°, 270°. Za svaki od navedenih položaja kolimatora postaviti libelu (čija su očitavanja u stupnjevima) na ravni dio kolimatora. Očitati odstupanja od traženih vrijednosti.

Provjeru činiti u položaju stativa 90°, 270°.

(tolerancija: 1° ili 0.5° ako digitalni pokazivač daje očitavanje do 0.1°)

kolimator (digitalno)	0°	90°	180°	270°
$\Delta_{\text{očitano libelom/Gy=270°}}$				
kolimator (digitalno)	0°	90°	180°	270°
$\Delta_{\text{očitano libelom/Gy=90°}}$				

5.3.1.3 Provjera udaljenosti Fokus-Film (SFD)

Stol rotirati na 90/270° i postaviti pojačalo slike na udaljenost SFD=150 cm (SAD=100 cm), zatim pomoću OPD-a očitati udaljenost i upisati odstupanje. Očitavanje treba biti 148 cm.

(tolerancija: 2 mm)

$\Delta =$

Državni zavod za radiološku i nuklearnu sigurnost	Uputa za izradu priručnika za provedbu kontrole kvalitete konvencionalnog simulatora u radioterapiji u medicini
---	---

5.3.2 Provjera parametara snopa x-zraka

Mjerenja se izvode u skladu s Pravilnikom o uvjetima i mjerama zaštite od ionizirajućeg zračenja za obavljanje djelatnosti s rendgenskim uređajima, akceleratorima i drugim uređajima koji proizvode ionizirajuća zračenja (Narodne novine br. 125/06). Mjerenja izvodi ovlaštenu dozimetrijski laboratorij.

5.3.2.1 Provjera napona rendgenske cijevi

Kontrola visokog napona (tijekom dijaskopije) izvodi se pomoću višenamjenskog uređaja UNFORS sa Xi vanjskim detektorom. Provjera se izvodi za više vrijednosti napona cijevi. (tolerancija: 10%)

Postavljeni napon cijevi /kV	Očitani (stvarni) napon/kV
U_i	

5.3.2.2 Provjera maksimalne brzine doze

Brzina doze u direktnom snopu zračenja mjeri se pomoću višenamjenskog uređaja UNFORS sa Xi vanjskim detektorom. Mjerenja se izvode u fantomu od pleksiglasa na udaljenosti 100 cm od fokusa do komore, za različite kombinacije napona i jakosti struje.

	doza/mGy	vrijeme ekspozicije/ms	brzina doze/ mGy/s
U_i/I_i			

5.3.2.3 Provjera sloja polovične vrijednosti

Provjera se izvodi sa filtrima od aluminijskih različitih debljina.

Debljina poluapsorpcije se može odrediti računski i grafički.

Za računicu se koristi izraz:

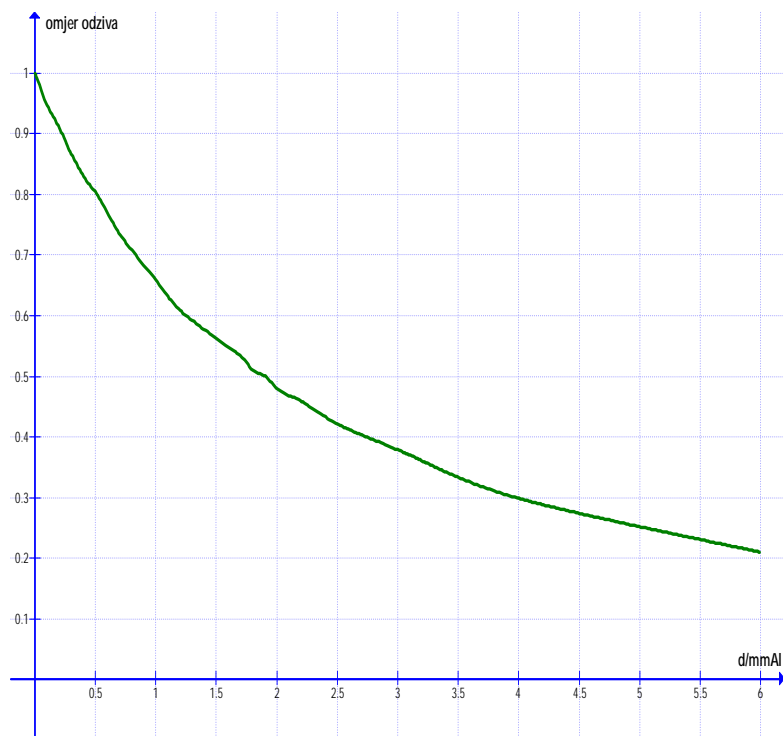
$$HVL = \frac{t_2 \cdot \ln \frac{2D_1}{D_0} - t_1 \cdot \ln \frac{2D_2}{D_0}}{\ln \frac{D_1}{D_2}}$$

gdje je

t_1 debljina filtra za koju je odziv D_1 veći od pola odziva bez filtra D_0

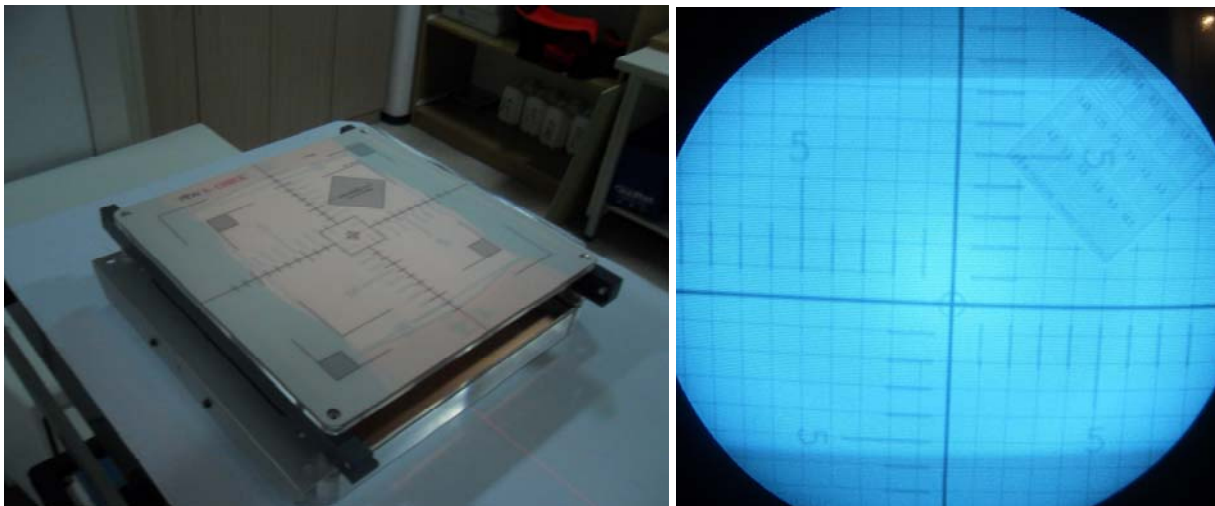
t_2 debljina filtra za koju je odziv D_2 manji od pola odziva bez filtra D_0

Grafički:



5.3.2.4 Provjera centra snopa i veličine polja

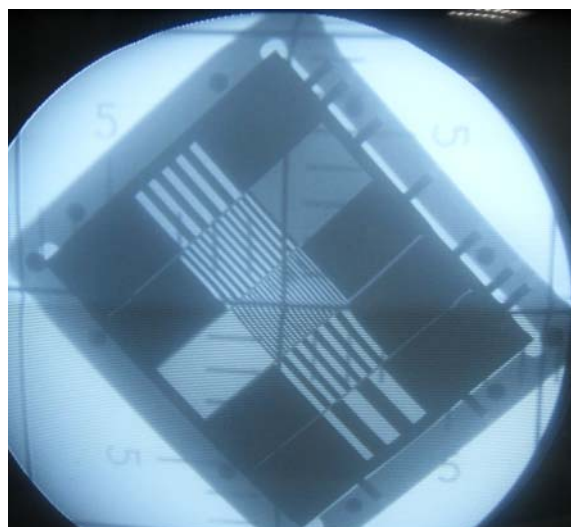
Provjera se izvodi pomoću PTW X-Check fantoma.



Nakon postavljanja fantoma tako da se njegove osi poklapaju sa svjetlosnim prikazom osi polja izvrši se ekspozicija te sa prikaza na monitoru odrediti odstupanja.

5.3.2.5 Razlučivost izlaznog monitora

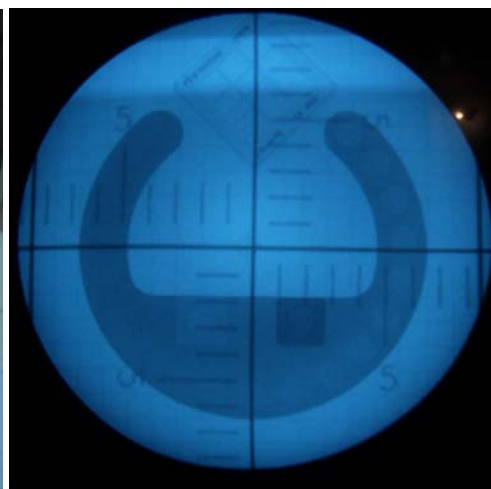
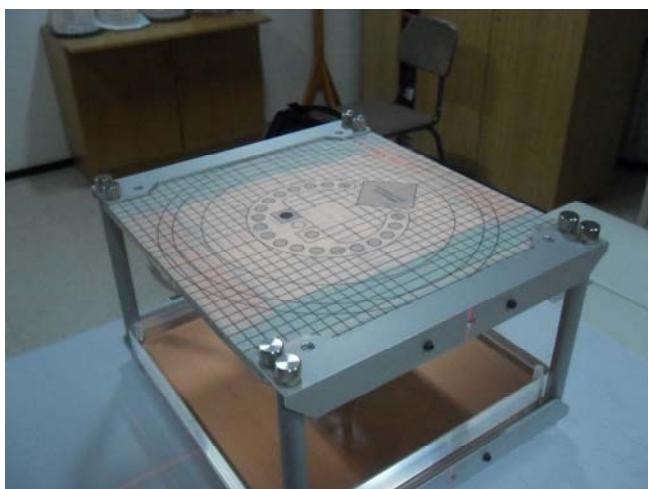
Razlučivost monitora se može odredit uporabom fantoma s poznatim udaljenostima linijskih parova. U tu svrhu može služiti PTW X-Check fantom ili QC3 fantom. Fantom se postavi u snop i izvrši se ekspozicija.



Sa prikaza na monitoru se prebroje linijski parovi koje je moguće razlučiti i na temelju specificiranih vrijednosti se odredi razlučivost monitora.

5.3.2.6 Kontrast izlaznog monitora

Kontrast na monitoru se može provjeriti modulom za provjeru kontrasta PTW X-Check fantoma. Fantom se postavi u snop i izvrši se ekspozicija. Sa prikaza na monitoru se prebroje vidljivi krugovi te se na temelju specificiranih vrijednosti procijeni kontrast.



5.3.2.7 Provjera doze u radnoj okolini

Mjerenja se izvode kalibriranim uređajem. Doze zračenja u Δ Sv/h mjere se kod 96 kV, 3.2 mA na različitim pozicijama u radnoj okolini.

a) na mjestu operatera u visini:

- glave do 1 μ Sv/h
- prsne kosti do 1 μ Sv/h
- gonada do 1 μ Sv/h

b) u okolnim prostorijama:

- na vanjskoj strani stakla do 1 μ Sv/h
- vanjska površina zidova do 1 μ Sv/h
- vanjska površina vrata do 1 μ Sv/h
- vanjska površina vrata/dovratak do 1 μ Sv/h