

Center za fizikalne meritve

Laboratorij za dozimetrijo

Št. ocene: **LDOZ-OVID-3040**Revizija: **2**Datum: **09.02.2015**

Oznake prejšnjih revizij:

Revizija 0: **LDOZ-OVID-628/241/10-GO,****rev. 0** z dne 11.12.2007Revizija 1: **LDOZ-OVID-1551** z dne

01.06.2010

Ocena varstva izpostavljenih delavcev

zaradi izvajanja brahiradioterapije z zaprtim virom sevanja v napravi za obsevanje z visokimi hitrostmi doze na Onkološkem inštitutu v Ljubljani

Naročnik:

ONKOLOŠKI INŠTITUT**Zaloška 2****1000 Ljubljana**

Poslano:

2 x naročnik

1 x arhiv ZVD

Pripravil in odobril:

dr. Gregor Omahen, univ.dipl.fiz.

Pregledal:

MARCO

GIACOMELLI

Dokument vsebuje 27 strani in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti

STRAN SMO NAMENOMA PUSTILI PRAZNO

POVZETEK

Naprava za obsevanje z visokimi hitrostmi doze na oddelku za brahiradioterapijo omogoča varno obsevanje pacientov. Zaradi izvajanja dejavnosti so obsevani delavci, ki sodelujejo pri posegih. Delavci so razvrščeni v razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev. Največje ocenjene letne efektivne doze so do 0,15 mSv.

Sevanju zaradi dejavnosti so lahko izpostavljeni tisti posamezniki iz prebivalstva, ki bi se nahajali nad prostorom za obsevanje z visokimi hitrostmi doze. Ocenjena prejeta doza teh posameznikov je manjša od 1 μ Sv.

Vir sevanja je, kadar se ne uporablja, varno shranjen v obsevalni napravi, ki je sicer nameščena v prostoru za obsevanje.

Glede na verjetnost izrednih dogodkov in prejete doze, ki bi jih delavci prejeli ob teh dogodkih, smo ocenili, da načrt ukrepov v primeru izrednih dogodkov ni potreben.

Smiselno bi bilo, da odgovorna oseba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji v tedenskih intervalih izvaja meritve hitrosti doze s katerimi preverja integriteto zaščite.

Delavci so usposobljeni za varno delu z viri ionizirajočih sevanj in imajo opravljene zdravniške preglede.

STRAN SMO NAMENOMA PUSTILI PRAZNO

1.	SPLOŠNI PODATKI O SEVALNI DEJAVNOSTI	7
1.A.	PRAVNA OSEBA IN NJEN ZASTOPNIK (NAZIV, NASLOV...)	7
1.B.	ODGOVORNA OSEBA ZA VARSTVO PRED SEVANJEM	7
1.C.	ORGANIZACIJSKA ENOTA KJER SE IZVAJA SEVALNA DEJAVNOST	7
1.D.	OPIS SEVALNE DEJAVNOSTI	7
2.	PODATKI O VIRIH SEVANJA IN PROSTORIH KJER SE UPORABLJAJO	7
2.A.	OPIS VIROV IN NAPRAV TER POGOJEV UPORABE	7
2.B.	NAVEDBA PODATKOV O NAJVEČJI HITROSTI DOZ OB VIRIH IN MOŽNOSTI KONTAMINACIJE	8
2.C.	OPIS PROSTOROV KJER SE VIRI UPORABLJAJO IN SHRANJUJEJO TER OPIS SOSEDNIH PODROČIJ	13
2.D.	RAZVRSTITEV PROSTOROV V NADZOROVANA IN OPAZOVANA OBMOČJA, PREZRAČEVANJE IN FILTRI	13
2.E.	RAVANJE Z RADIOAKTIVNIMI ODPADKI IN IZPUSTI V OKOLJE	14
2.F.	PREDVIDENO TRAJANJE UPORABE VIROV IN NAČIN SHRANJEVANJA PO PRENEHANJU UPORABE	14
3.	UKREPI VARSTVA PRED SEVANJEM	14
3.A.	ŠČITENJE VIROV IN PROSTOROV	14
3.B.	VARNOSTNI SISTEMI	14
3.C.	ADMINISTRATIVNI UKREPI (DOLOČITEV ODGOVORNOSTI, ORGANIZACIJA DELA, PISNI DELOVNI POSTOPKI)	18
3.D.	PROGRAM NADZORA SEVANJ	18
3.E.	DOLOČITEV POGOJEV UPORABE OSEBNIH DOZIMETROV IN DRUGIH MERILNIKOV SEVANJA	18
3.F.	OSEBNA VAROVALNA OPREMA	18
3.G.	IZVAJANJE NADZORA ZUNANJE IN NOTRANJE OBSEVANOSTI NA DELOVNIH MESTIH	19
4.	IZPOSTAVLJENOST ZARADI IZVAJANJA DEJAVNOSTI	19
4.A.	OPIS SEVALNO NAJBOLJ TVEGANIH DEL (ČASI, HITROSTI DOZ, NOTRANJA KONTAMINACIJA)	19
4.B.	RAZVRSTITEV DELAVCEV V RAZRED A ALI B GLEDE NA SEVALNO TVEGANJE IN DELOVNO MESTO	20
4.C.	OCENA EFEKTIVNIH IN EKVIVALENTNIH DOZ PRI NORMALNEM DELU	20
4.C.1.	Ocena doz med izvedbo obsevanja	20
4.C.2.	Ocena doz med operativnim posegom (vstavljanje vodil)	20
4.C.3.	Ocena skupnih doz	22
4.D.	OCENA EFEKTIVNE DOZE ZA NAJBOLJ IZPOSTAVLJENE POSAMEZNIKE IZ PREBIVALSTVA	22
5.	POTENCIALNA IZPOSTAVLJENOST	22
5.A.	IDENTIFIKACIJA IZREDNIH DOGODKOV IN OCENA VERJETNOSTI ZA NJIHOV NASTANEK	22
5.B.	OCENA PROSTORSKE IN ČASOVNE PORAZDELITVE RADIOAKTIVNIH SNOVI PO MOREBITNI KONTAMINACIJI	23
5.C.	OCENA POTENCIALNIH EFEKTIVNIH IN EKVIVALENTNIH DOZ ZA DELAVCE PRI TEH DOGODKIH	23
5.D.	OCENA POTENCIALNIH EFEKTIVNIH IN EKVIVALENTNIH DOZ ZA PREBIVALCE PRI TEH DOGODKIH	23
5.E.	OCENA SKUPNEGA SEVALNEGA TVEGANJA ZA CELOTNO SEVALNO DEJAVNOST	23
6.	NAČRT OPTIMIZACIJE VARSTVA	23
6.A.	IZDELAVA POROČIL O IZVAJANJU VARSTVA PRED SEVANJEM IN O PREJETIH DOZAH DELAVCEV, SPREMLJANJE SEVALNEGA TVEGANJA, DOLOČITEV IN PREVERJANJE DOZNIH OGRAD	23
6.B.	SPREMLJANJE INDIKATORJEV SEVALNEGA TVEGANJA	24
6.C.	DOLOČITEV IN PREVERJANJE DOZNIH OGRAD VKLJUČNO S KRITERIJI POROČANJA O PRESEGANJU	24
6.D.	NAČRT ZA ZMANJŠANJE SEVALNEGA TVEGANJA	24
6.E.	USPOSOBLJENOST IN ZADOSTNO ŠTEVILO DELAVCEV ZA VARNOSTNO DELO V OBMOČJU VIROV SEVANJ	25
6.F.	NAČRT UKREPOV ZA PREPREČEVANJE IZREDNIH DOGODKOV	25
6.G.	NAČRT UKREPOV ZA ODPRAVO POSLEDIC IZREDNEGA DOGODKA	25
7.	STROKOVNO MNENJE IN PREDLAGANI UKREPI	26
8.	PRILOGE (SKICE PROSTOROV, FOTOGRAFIJE VIROV, TEHNIČNA DOKUMENTACIJA, DRUGO)	27

STRAN SMO NAMENOMA PUSTILI PRAZNO

1. SPLOŠNI PODATKI O SEVALNI DEJAVNOSTI

1.A. *Pravna oseba in njen zastopnik (naziv, naslov...)*

Onkološki inštitut Ljubljana
Zaloška 2
1000 Ljubljana

Direktor: prim. Janez Remškar, dr.med.

1.B. *Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji*

Uroš Čotar, univ. dipl. fiz.

1.C. *Organizacijska enota kjer se izvaja sevalna dejavnost*

Sektor radioterapije, Oddelek za brahiradioterapijo (klet E99)
Zaloška 2
1000 Ljubljana

Število delavcev zadošča za varno delo z viri sevanj.

1.D. *Opis sevalne dejavnosti*

Na oddelku za BRT obsevajo bolnike z rakom z vstavljanjem virov (Ir-192) v tkiva bolnikov. Izvajajo tudi obsevanje z visokimi hitrostmi doze (HDR). Obsevanje poteka tako, da v pacienta vstavijo vodila, sledi slikanje (RTG in MRI), planiranje obsevanja, umik osebja v sobo za proženje obsevanja ali sploh ven iz prostorov za izvajanje obsevanja in nato po vodilih iz naprave za obsevanje pošljejo vir sevanja. Obsevanje traja 5 – 10 minut. Po končanem obsevanju se vir vrne v zaščitni položaj v napravi in osebje se vrne v sobo s pacientom.

Obsevajo predvsem ginekološke tumorje in tumorje prostate. Postopke zdravljenja in nadzorovanja obsevanja bolnikov izvajajo v skladu z evropskimi priporočili (ESTRO) in IAEA.

2. PODATKI O VIRIH SEVANJA IN PROSTORIH KJER SE UPORABLJAJO

2.A. *Opis virov in naprav ter pogojev uporabe*

Obsevanja izvajajo z obsevalno napravo GAMMAMED PLUS proizvajalca Variani (Slika 1). V napravi se bo uporabljal vir sevanja Ir-192 aktivnosti začetne aktivnosti do 444 GBq. Vir sevanja je vstavljen v nikelj-titanovo žico, ki jo aparat elektromehansko pomika po cevkah, ki so predhodno vstavljene v tkivo bolnika. Premer vira je 0,60 mm, njegova dolžina je 3,50 mm (kapsula ima premer 0,90 mm in dolžino 4,52 mm). Vir se postopoma pomika po obsevalnem volumnu bolnika in tako optimalno obseva tumorsko področje. Matematična optimizacija

obsevalnih časov se predhodno izvede na računalniku za načrtovanje terapije na osnovi grafične predstavitev okolišnih organov bolnika.



Slika 1: Naprava za obsevanje z visokimi hitrostmi doz (HDR) Gammamed Plus. Levo: pogled na komandno mizo (zadnja stran) od spredaj, desno: pogled na odprtine za vodila (prednja stran).

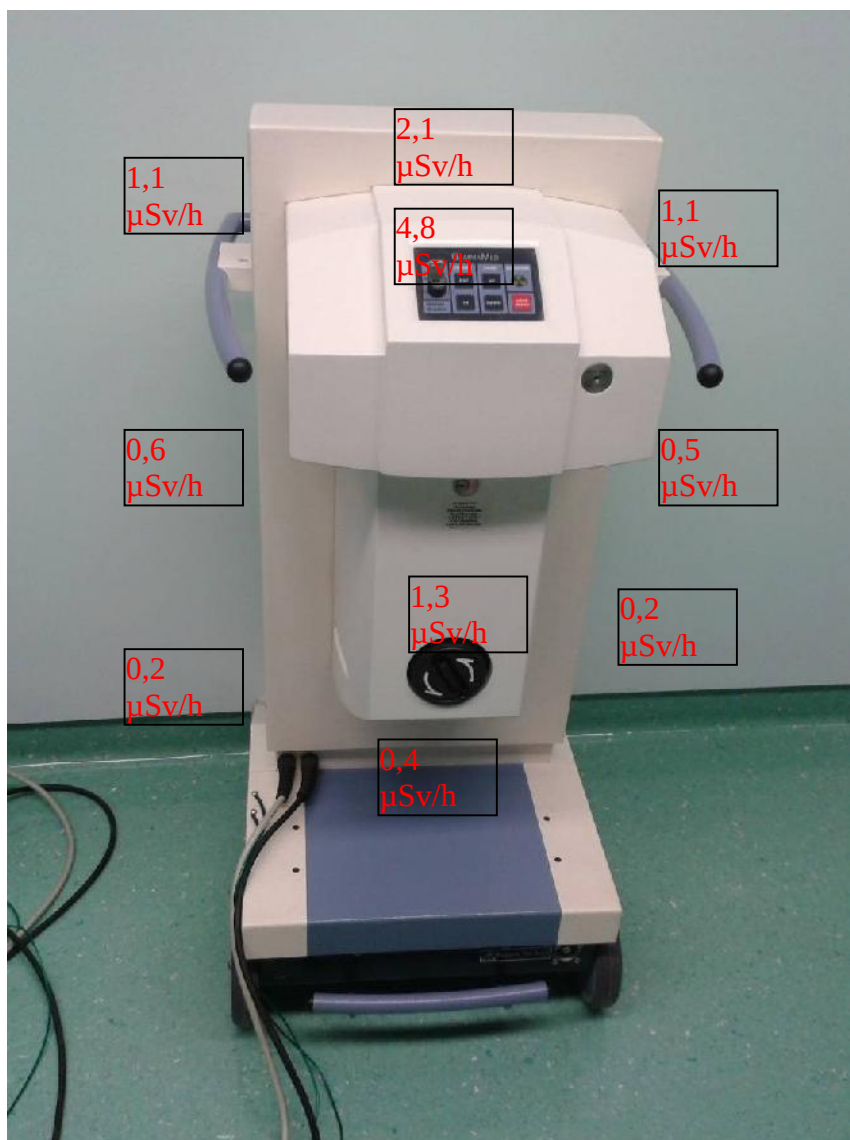
2.B. *Navedba podatkov o največji hitrosti doz ob virih in možnosti kontaminacije*

Goli vir Ir-192 z aktivnostjo 444 GBq oddaja na razdalji 1 m hitrost doze okoli 66 mSv/h. Ker bo vir nameščen v pacientu, pomeni, da bo zaščiten s približno 5 cm okolišnega tkiva. Hitrost doze na razdalji 1 m bo v tem primeru okrog 38,5 mSv/h.

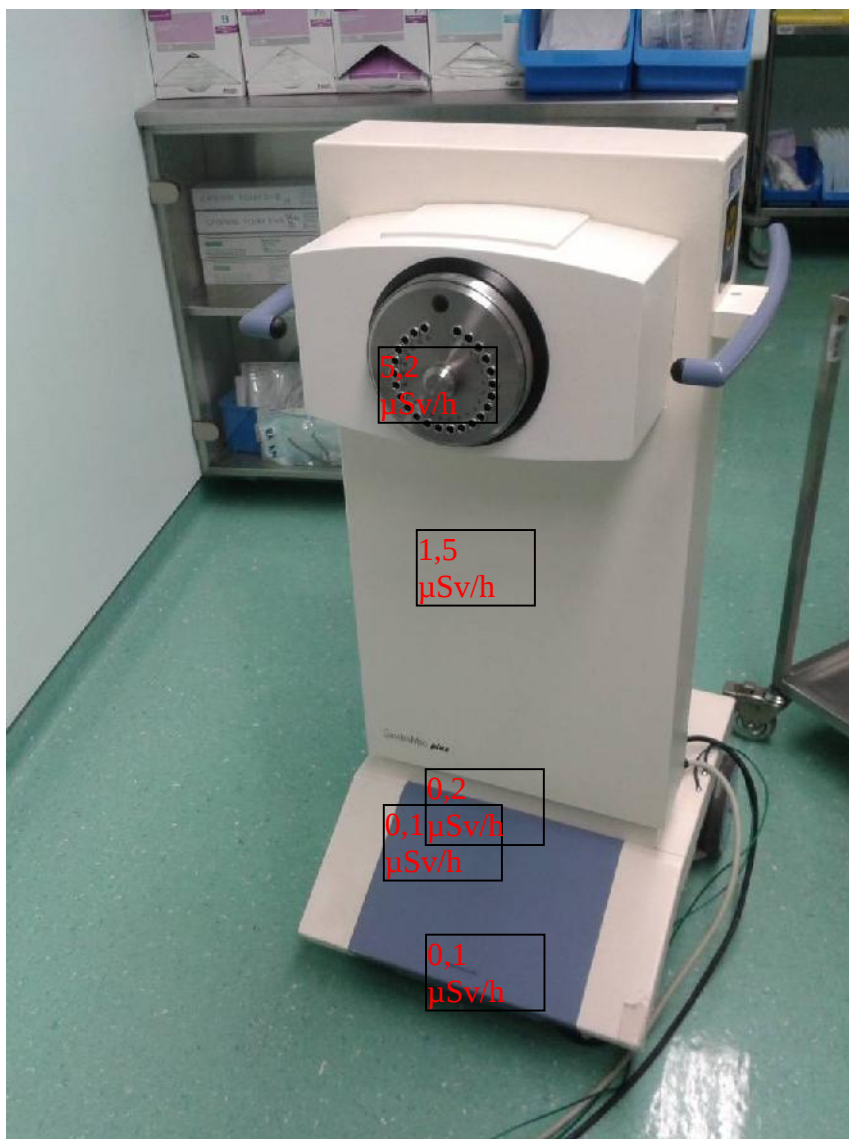
V nadaljevanju navajamo rezultate meritev, ki smo jih izvedli ob rednem pregledu vira dne 23.01.2015 (poročilo **LDOZ-2580/2015/-M** z dne 27.01.2015). Meritve smo izvajali tako, da smo vir sevanja v aplikatorjih pokrili z vrečko napolnjeno z vodo (Slika 2). Tako smo simulirali realne razmere. Na slikah (Slika 3, Slika 4, Slika 5) so meritve hitrosti doz na površini obsevalne naprave medtem, ko je vir sevanja v zaščitnem položaju v sami napravi in v okolici naprave. Na sliki (Slika 6) so meritve hitrosti doz v okolišnih prostorih med izvajanjem obsevanja.



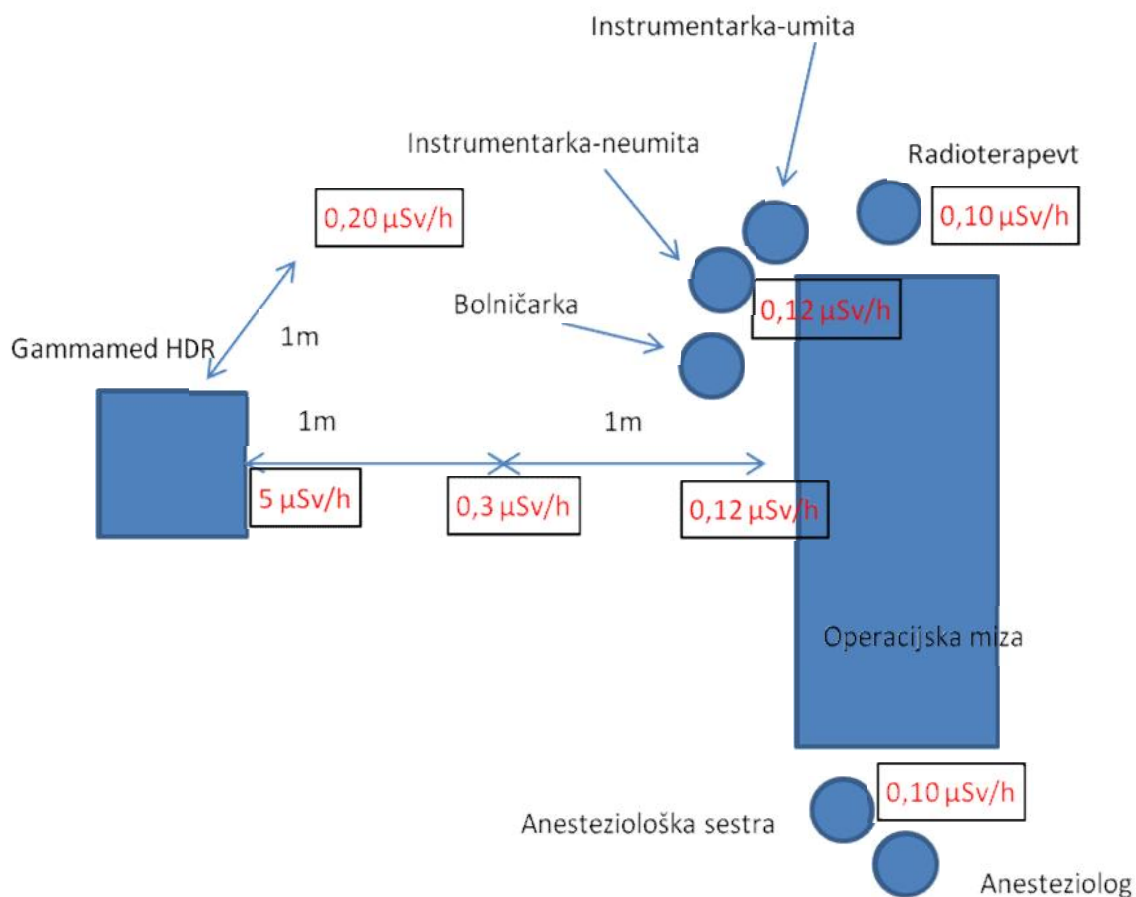
Slika 2: Simulacija realnih razmer med izvedbo meritev: vodilo kamor pošljemo vir sevanja, smo pokrili z vrečko vode in tako simulirali tkivo.



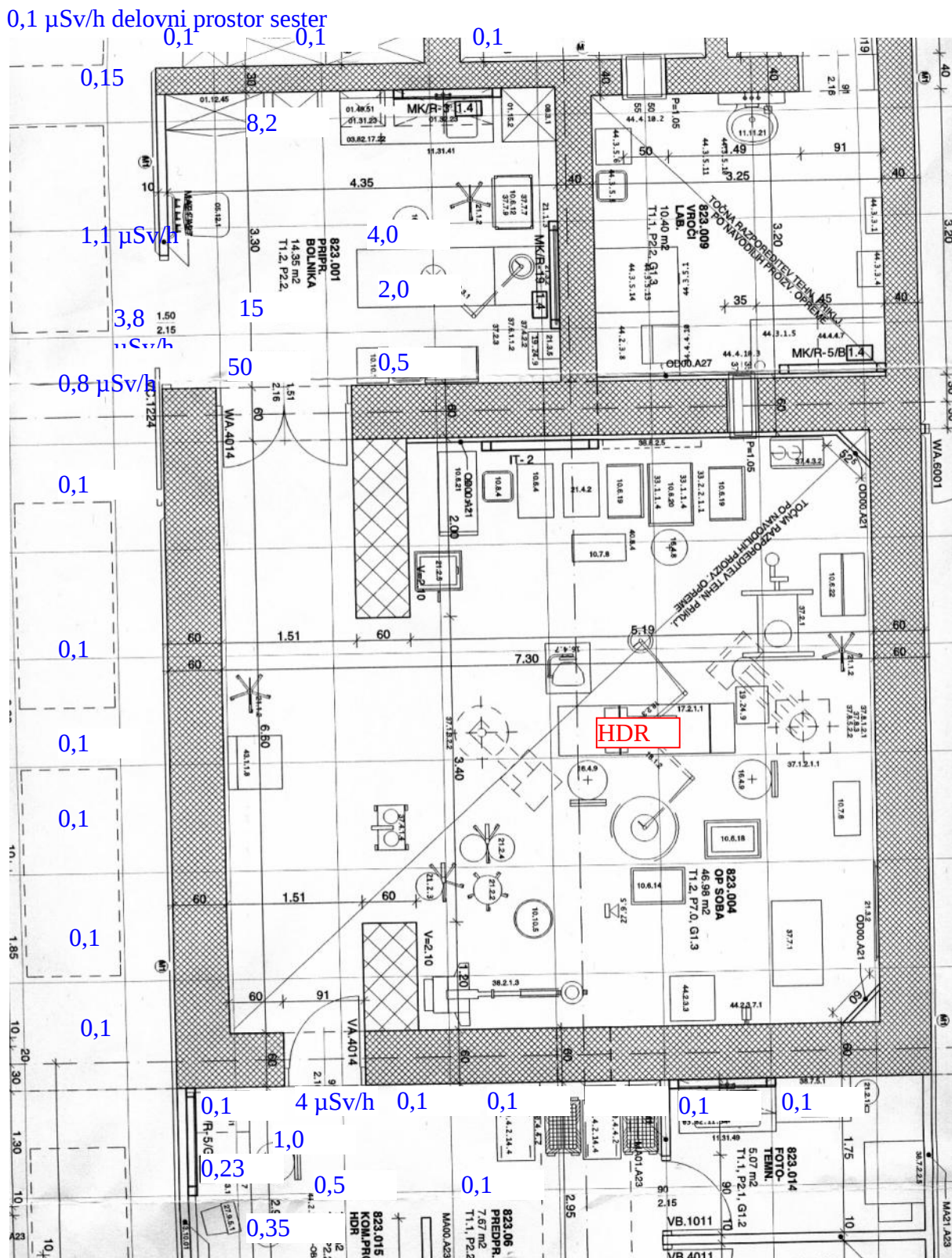
Slika 3: Meritve hitrosti doz na površini naprave GAMMAMED, zadnja stran.



Slika 4: Meritve hitrosti doz na površini naprave GAMMAMED, sprednja stran.



Slika 5: Meritve hitrosti doze na delovnih mestih, vir se nahaja v napravi Gammamed. Glede na to, da je na certifikatu vira podatek o datumu kalibracije 30.12.2014, je aktivnost vira sevanja še relativno velika. Zaradi radioaktivnega razpada aktivnost vira pada in po 72 dneh pade na polovico po 144 dneh pa le na $\frac{1}{4}$ začetne aktivnosti. To pomeni, da so bile izmerjene hitrosti doze na delovnih mestih v zgornjem intervalu vrednosti, ki jih lahko pričakujemo na delovnih mestih.

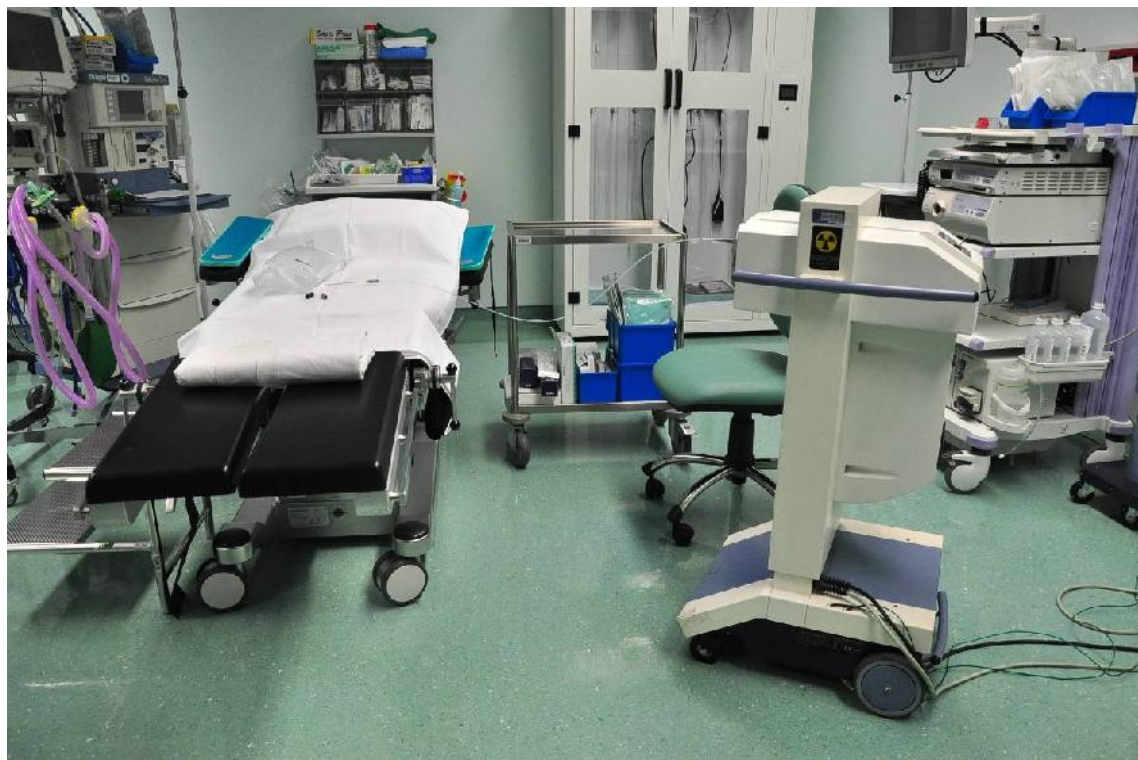


Slika 6: Meritve hitrosti doz v okolici prostora z napravo Gammamed. Rdeče je označen položaj HDR naprave med izvajanjem meritev. Skica je shematska.

Ker gre za zaprti vir sevanja, ni pričakovati kontaminacije.

2.C Opis prostorov kjer se viri uporabljajo in shranjujejo ter opis sosednjih področij

Prostor, v katerem se izvaja sevalna dejavnost, je namenjen izvajanju operativnih posegov in obsevanju z visokimi hitrostmi doze. V prihodnosti načrtujejo tudi medoperativno obsevanje z visokimi hitrostmi doze. Stene prostora so iz betona debeline 60 cm, tla in stropa pa iz betona debeline 40 cm (podatki iz »Projekt o varstvu pred ionizirajočimi sevanji v objektih D, E, H in R Onkološkega inštituta v Ljubljani«, ZVD, številka LDOZ-499/03-GO z dne 26.11.2003). Prostor za obsevanje je na sliki (Slika 7). Proženje obsevanja poteka iz komandnega prostora 823.015. V komandnem prostoru lahko med obsevanjem pričakujemo povečanje hitrosti doze glede na naravno ozadje – do 1 $\mu\text{Sv/h}$ (Slika 6). Hitrost doze je predvsem posledica sipanega sevanja.



Slika 7: Soba za obsevanje z visokimi hitrostmi doze in operativne posege.

Kadar se vir ne uporablja je shranjen v sami napravi Gammamed plus v sobi v kateri sicer poteka terapija. Naprava in sam prostor nudita ustrezno zaščito.

2.D. Razvrstitev prostorov v nadzorovana in opazovana območja, prezračevanje in filtri

Oddelek za brahiradioterapijo je v celoti opazovano območje. Znotraj oddelka za brahiradioterapijo so nadzorovana območja sobe v katerih poteka obsevanje z obsevalnimi napravami HDR in PDR ter sobe v katerih so pacienti na terapiji z I-131. Na robu nadzorovanega območja in na drugih primernih vidnih mestih je potrebo namestiti oznake, ki

opozarjajo na nadzorovano območje, nevarnost sevanja, lastnosti vira v tem območju in tveganje povezano s tem virom. Z administrativnimi postopki in fizičnimi ovirami, ključavnicami, avtomatskimi zapahi in drugimi ustreznimi sredstvi, je potrebno zagotoviti, da je dostop v nadzorovano območje omejen. Dostop v nadzorovano območje je dovoljen le osebam, ki:

- so seznanjene s tveganjem, ki je povezano z delom,
- imajo ustrezno znanje o zaščitnih ukrepih varstva pred ionizirajočimi sevanji, ki jih je potrebno izvajati pri delu,
- izpolnjujejo pogoje za delo z viri sevanj,
- so vključene v osebno dozimetrijo.

Druge osebe lahko vstopijo v nadzorovano območje izjemoma in le v spremstvu oseb iz prejšnjega odstavka.

2.E. *Ravnanje z radioaktivnimi odpadki in izpusti v okolje*

Pri izvajanju brahiradioterapije z zaprtimi virom Ir-192 ne nastajajo radioaktivni odpadki in ni izpustov v okolje.

2.F. *Predvideno trajanje uporabe virov in način shranjevanja po prenehanju uporabe*

Vir Ir-192 se uporablja okoli 3 mesece oziroma z njim naredijo največ 1000 potegov.

V povprečju na leto izvedejo okoli 300 posegov. Po koncu uporabe vir vrnejo proizvajalcu.

3. UKREPI VARSTVA PRED SEVANJI

3.A. *Ščitenje virov in prostorov*

Radioaktivni vir je shranjen v zaščitnem vsebniku, valjaste oblike, iz volframa, ki je v samem aparatu. Največja hitrost doze v zraku je za vir aktivnosti 444 GBq, po podatkih proizvajalca, 10 $\mu\text{Gy/h}$ na razdalji 1m od zaščitnega vsebnika. To je največja aktivnost, ki se še lahko uporablja v napravi za obsevanje.

Soba v kateri poteka obsevanje ima betonske stene debele 60 cm. Vrata v prostor za obsevanje so ojačena s svincem. Med delovanjem aparature so hitrosti doze v komandnem prostoru do 1 $\mu\text{Sv/h}$. V sobi za pripravo bolnika so hitrosti doze na vratih več 10 $\mu\text{Sv/h}$, na razdalji 1 m od vrat 10 - 15 $\mu\text{Sv/h}$ in drugje do nekaj $\mu\text{Sv/h}$.

Soba za obsevanje z visokimi hitrostmi doze je na oddelku za brahiradioterapijo. Oddelek za brahiradioterapijo se nahaja v samostojnih, ločenih prostorih na Onkološkem inštitutu. Dostop na oddelek imajo le pooblašeni delavci.

3.B. *Varnostni sistemi*

Dostop na oddelek za brahiradioterapijo je kontroliran z varnostnimi vrati. Vstop je mogoč le s ključem, ki ga imajo le pooblašчени delavci Onkološkega inštituta. Področje s povečano ravno sevanja, je označeno z ustreznimi nalepkami, ki opozarjajo na nevarnost sevanja.

V sobi, v kateri poteka obsevanje, je nameščen neodvisni merilnik sevanja (Slika 8).



Slika 8: Merilnik sevanja na steni v prostoru za obsevanje z visokimi hitrostmi doze

Glede na raven sevanja, ki jo merilnik zaznava, se ve ali je obsevanje v teku oziroma ali je vir v zaščitenem položaju. Merilnik sevanja je povezan s svetlobnim indikatorjem nad vrati v sobo za obsevanje. V primeru povečanih hitrosti doze (obsevanje je v teku, vir ni v zaščitenem položaju), indikator na to opozarja.

Na stikalni mizi naprave za obsevanje z visokimi hitrostmi doze (Slika 9), ki se nahaja v komandnem prostoru, je nameščen indikator, ki opozarja, kadar je obsevanje v teku. Ob stikalni mizi, na zidu, je nameščen gumb za izklop v sili.

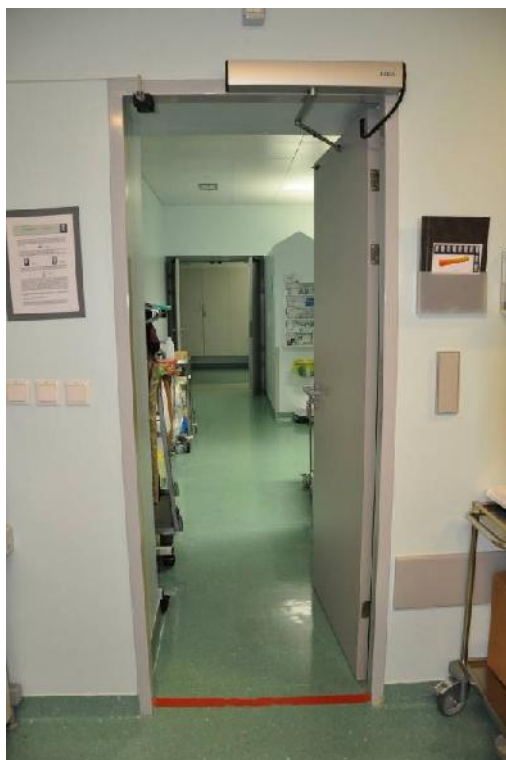
Vrata v prostor za obsevanje so zvezana s stikalom, ki v primeru vstopa v prostor med potekom obsevanja, prekine obsevanje (Slika 10).

V prostoru je nameščena video kamera, ki je povezana s komandnim prostorom in z varnostno službo na Onkološkem inštitutu (Slika 11).

Naprava HDR je pod alarmom, ki se proži v primeru poskusa fizične odtujitve naprave.



Slika 9: Komanda miza obsevalne naprave HDR.



Slika 10: Stikalo na vratih za prekinitev obsevanja v primeru vstopa med obsevanjem



Slika 11: Video kamera v prostoru za obsevanje

3.C. *Administrativni ukrepi (določitev odgovornosti, organizacija dela, pisni delovni postopki)*

Dostop do oddelka za brahiradioterapijo imajo le pooblaščen osebe. Za varstvo pred sevanji je odgovoren Uroš Čotar, univ. dipl. fiz. Naloge odgovorne osebe so, da skrbi za redno osebno dozimetrijo delavcev, redna izobraževanja iz varstva pred ionizirajočimi sevanji, zdravniške preglede, redne preglede virov sevanj s strani pooblaščenih izvedencev varstva pred sevanji in pridobivanje dovoljenj za izvajanje sevalne dejavnosti ter uporabo virov sevanja.

Za meritve sevanja okoli pacienta in določanje doznega polja okoli pacienta je odgovoren medicinski fizik.

Osebe, ki dela na oddelku je seznanjeno z napravo in njenim delovanjem. Osebe mora izpolnjevati splošne pogoje za delo v območju ionizirajočega sevanja in je bilo na posebnem tečaju poučeno o napravi Gammamed plus. Tečaj je izvedel proizvajalec Varian Medical Systems in se razlikuje za medicinske sestre, radiološke inženirje, fizike in zdravnike. Medicinske sestre in zdravniki morajo znati prekiniti obsevanje in ukrepati v primeru okvare motorja, radiološki inženir pa mora poleg tega znati še nastaviti in pognati napravo. Medicinski fizik pa mora poleg naštetega, izvajati še kontrolo aktivnosti izvira in kontrolo kakovosti naprave. Osnovni postopki ravnanja z napravo za obsevanje so napisani v dokumentu »GAMMAMED HDR«, ki ga je izdelal mag. Janez Burger. Dokument vsebuje med drugim Navodila za delo, Dnevni QA/QC in Ukrepanje v nujnih primerih. Navodila se nahajajo ob stikalni mizi naprave.

3.D. *Program nadzora sevanj*

Na oddelkih za nuklearno medicino in brahiradioterapijo imajo merilnike kontaminacije in merilnike hitrosti doze s katerimi lahko preverjajo ali je prišlo do morebitnega raztrosa/razlitja radioaktivnih snovi in kakšne so hitrosti doze sevanja pri posameznih delih sevalne dejavnosti. Osebe merilnike zna uporabljati.

Predlagamo, da odgovorna oseba za varstvo pred sevanji ali pooblaščen medicinski fizik izvajata redne meritve hitrosti doz v sosednjih prostorih in na hodniku oddelka za brahiradioterapijo. Pogost preverjanj naj bo tedenska. O preverjanjih se naj vodi poseben dnevnik.

Glede na dejavnost in pogostost uporabe merilnikov za merjenje hitrosti doze, predlagamo, da se jih preverja v kalibracijskem dozimetričnem laboratoriju najmanj enkrat na 2 leti.

3.E. *Določitev pogojev uporabe osebnih dozimetrov in drugih merilnikov sevanja*

Osebe mora pri svojem delu nositi osebne dozimetre. Trenutno se uporabljajo osebni TL dozimetri dozimetričnega servisa IJS. Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji skrbi za redno menjavo teh dozimetrov.

3.F. *Osebna varovalna oprema*

Zaradi velike energije sevanja, ki ga oddaja izotop Ir-192, uporaba osebne varovalne opreme ni smiselna.

3.G. *Izvajanje nadzora zunanje in notranje obsevanosti na delovnih mestih*

Nadzor sevanja ob rednih pregledih vira sevanja izvede pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji. Ob tem opravi meritve hitrosti doze v samem prostoru, v sosednjih prostorih. Z meritvami mora preveriti ali je zaščitna moč vrat v prostor za obsevanje še ustrezna.

Pri sami dejavnosti ni mogoča notranja kontaminacija osebja.

4. IZPOSTAVLJENOST ZARADI IZVAJANJA DEJAVNOSTI

4.A. *Opis sevalno najbolj tveganih del (časi, hitrosti doz, notranja kontaminacija)*

Obsevanje z obsevalno napravo z visokimi hitrostmi doze je organizirano tako, da med obsevanjem, v prostor kjer poteka obsevanje, ni mogoče vstopiti. Osebje prejme dozo le zaradi zadrževanja v sosednjih prostorih v času obsevanja. Hitrosti doz v sosednjih prostorih so ocenjene do največ nekaj desetink $\mu\text{Sv/h}$ (do $1 \mu\text{Sv/h}$), razen v prostoru za pripravo pacienta, kjer so hitrosti doz do največ $50 \mu\text{Sv/h}$ (na vratih v prostor za obsevanje).

Dejansko je vse osebje v primeru normalnega delovanja obsevalne naprave enako obremenjeno, vendar pa zaradi delitve del na oddelku, vseeno navajamo več skupin oseb, ki so obsevane.

- *Skupina 1:*
Medicinske sestre.
- *Skupina 2:*
Medicinski fiziki.
- *Skupina 3:*
Zdravniki.
- *Skupina 4:*
Radiološki inženirji.
- *Skupina 5:*
Osebje, ki čisti prostore.
- *Skupina 6:*
Osebje, ki sodeluje pri operaciji - vstavljanju vodil:
 - Operacijska medicinska sestra - inštrumentarka (umita in neumita)
 - Anesteziološka sestra
 - Bolničarka
 - Zdravnik anesteziolog
 - Zdravnik brahiradioterapevt

4.B. Razvrstitev delavcev v razred A ali B glede na sevalno tveganje in delovno mesto

Prejete doze delavcev bodo zaradi izvajanja obsevanja z napravo GAMMAMED PLUS nizke, vendar pa delavci opravljajo tudi druga dela z viri sevanj (J-131). V sobe s pacienti z J-131 vstopajo medicinske sestre, strežnice in inženirji radiologije. Zaradi tega prejmejo dodatno dozo. V razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev razvrščamo delavce na oddelku za brahiradioterapijo: zdravnik brahiradioterapevt, medicinski fizik, inženir radiologije. V razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev razvrščamo tudi umito medicinsko sestro (inštrumentarko), ki sodeluje pri vseh posegih z napravo HDR in bolničarko, ki sodeluje pri vseh posegih z napravo HDR: Ostali delavci niso razvrščeni kot sevanju poklicno izpostavljeni delavci.

4.C. Ocena efektivnih in ekvivalentnih doz pri normalnem delu

4.C.1. Ocena doz med izvedbo obsevanja

Obsevanje z virom sevanja poteka 10 minut na pacienta. Če predvidimo, da se delavec zadržuje v komandnem prostoru obsevalne naprave ob vratih v prostor kjer poteka obsevanje, in je hitrost doze na tem mestu $1 \mu\text{Sv/h}$ (izmerjene doze na vratih so nekaj desetink $\mu\text{Sv/h}$), bo za eno obsevanje prejel efektivno dozo $0,16 \mu\text{Sv}$. V enem letu, oziroma v ob predvidenih 300 pacientih bo prejel efektivno dozo okoli $50 \mu\text{Sv}$. Takšne doze lahko pričakujemo pri delavcih, ki bodo prisotni pri vseh posegih. Ocena doze je zelo konzervativna, saj se delavci večinoma zadržujejo na mestih, kjer je raven sevanj na ravni naravnega ozadja. Ker ne bodo vsi delavci ves čas prisotni pri posegih, bo prejeta doza še nižja.

4.C.2. Ocena doz med operativnim posegom (vstavljanje vodil)

Pri vstavljanju vodil so prisotni delavci iz skupine 6. V tabeli (Tabela 1) je podano število posegov, ki so jih izvedli na oddelku za brahiradioterapijo v letu 2014 in potreben čas za izvedbo posameznih posegov. V tabeli (Tabela 2) so hitrosti doz na delovnih mestih med operacijo oziroma vstavljanjem vodil in izračunane doze iz podatkov o trajanjih operacij (Tabela 1).

Tabela 1: Število izvedenih posegov na oddelku za brahiradioterapijo v letu 2014 in potreben čas za izvedbo posegov. Podatke je posredovala odgovorna oseba za varstvo pred sevanji Uroš Čotar.

POSEGI	ŠT. POSEGOV	ČAS PREDPRIPRA VE (h)	ČAS POSEGA (h)	ČAS ZA OSKRBO OP. IN MATERIALA (h)	SKUPNO (h)	Letno število ur
Prostata	81	1,5	4	1,5	7	567
VA VLO *	144	0,5	0,75	1	2,25	324
Stockholm	60	1	2,5	1,5	5	300
Hayman	3	1	2	1,5	4,5	13,5
Anus recti	4	1	2,5	1,5	5	20
Intersticijska gin.	2	1	2,5	1,5	5	10
Endoluminalna*	3	0,5	0,5	1	2	6
Cistoskopija*	36	0,5	1	1	2,5	90
Gin. Pregled*	5	0,5	0,5	1	2	10

*posegi označeni s tem znakom pomenijo, da ni prisoten anesteziolog in anestezijska medicinska sestra

Skupaj letno število ur	1340,5
----------------------------	--------

Tabela 2: Hitrosti doze na delovnih mestih med operacijskim posegom in izračunane doze delavcev. Podatke o številu delavcev je posredovala odgovorna oseba za varstvo pred sevanji Uroš Čotar.

	Ozadje	Inštrumen tarka- umita	Inštrumen tarka- neumita	Bolničarka	Anestezijsk a sestra	Anesteziol og	Brahiradio terapevt
Hitrosti doz ($\mu\text{Sv/h}$)	0,06	0,12	0,12	0,12	0,1	0,1	0,1
Hitrost doze nad ozadjem ($\mu\text{Sv/h}$)		0,06	0,06	0,09	0,04	0,04	0,04
Prejeta kolektivna letna doza (čl μSv)		80	80	80	54	54	54
Število delavcev		1	10	1	8	12	3
Prejeta letna efektivna doza delavca (μSv)		80	8	80	7	4	18

Kolektivne doze v tabeli (Tabela 2) so izračunane ob letni izpostavljenosti 1340,5 ur. Doze posameznih delavcev so izračunane iz kolektivne doze z upoštevanjem števila delavcev, ki si delo razdelijo. Upoštevali smo enakomerno porazdelitev dela med delavce.

Po podatkih Onkološkega inštituta je ena od inštrumentark (inštrumentarka umita) in ena od bolničark prisotna pri vseh posegih. To pomeni, da ta inštrumentarka prejme letno efektivno dozo 80 μSv in bolničarka 80 μSv .

Po končanem vstavljanju vodil zdravnik anesteziolog, anestezijska sestra in inštrumentarka – neumita, končajo z delom. Ostali delavci: inštrumentarka – umita, bolničarka, zdravnik radioaterapevt sodelujejo kasneje pri obsevanju tumorja v pacientu. Med obsevanjem se umaknejo v komandni prostor obsevalne naprave. V tem času prejmejo doze, kot so navedene v poglavju 4.C.1.

4.C.3. Ocena skupnih doz

Skupna ocena doz posameznih delavcev je navedena v tabeli (Tabela 3).

Tabela 3: Letne efektivne doze delavcev pri izvajanju posegov HDR

Delovno mesto	Letna efektivna doza (μSv)
Inštrumentarka - neumita	8
Inštrumentarka - umita	130
Bolničarka	130
Anesteziološka sestra	7
Anesteziolog	4
Brahiradioterapevt	68
Medicinski fizik	90
Inženir radiologije	50
Medicinske sestre oddelka BRT	10

Pri medicinskem fiziku smo upoštevali še oceno doze zaradi izvajanja preverjanj ionizacijske celice z radioaktivnim virom. Preverjanje izvaja z virom Sr-90 ($A=370 \text{ MBq}$) enkrat na tri mesece. Ob vsakem preverjanju prejme dozo $10 \mu\text{Sv}$.

4.D. Ocena efektivne doze za najbolj izpostavljene posameznike iz prebivalstva

Prostori oddelka za brahiradioterapijo se nahajajo v kleti stavbe E. Soba za obsevanje z visokimi hitrostmi doze je brez oken, vendar pa je področje nad sobo za obsevanje dostopno. Področje mora biti ograjeno z ograjo oziroma dostop onemogočen, tako se mimoidoči ne morejo zadrževati v poljih s povečanimi hitrostmi doze zaradi izvajanja terapije z visokimi hitrostmi doze.

5. POTENCIALNA IZPOSTAVLJENOST

5.A. Identifikacija izrednih dogodkov in ocena verjetnosti za njihov nastanek

Možni vzroki nenamerni obsevanj so:

1. Vir se med pošiljanjem vira na mesto za obsevanje ali vračanjem v napravo, zatakne in ga ni mogoče izveči s pomočjo daljinsko vodenega mehanizma.
2. Vir se zatakne in ga ni mogoče vrniti v zaščiteno položaj preko daljinsko vodenega mehanizma niti z mehansko ročico. Dogodek je nadaljevanje prejšnjega scenarija.

3. Naključni mimoidoči vstopi v ograjen prostor nad prostorom kjer poteka obsevanje

Vsak od dogodkov je malo verjeten, osebje ocenjuje, da se lahko zgodi enkrat na leto.

5.B. Ocena prostorske in časovne porazdelitve radioaktivnih snovi po morebitni kontaminaciji
/

5.C. Ocena potencialnih efektivnih in ekvivaletnih doz za delavce pri teh dogodkih

1. Vir se zatakne in ga ni mogoče izvleči s pomočjo daljinsko vodenega mehanizma.
V tem primeru je potrebno stopiti za napravo za obsevanje in vir vrniti v zaščitni položaj z mehansko ročico, ki se nahaja na zadnji strani naprave. Za to bi delavec potreboval 1 minuto. Naprava za obsevanje z visokimi hitrostmi doze se nahaja približno 2 m od pacienta. Na tej razdalji bi se nahajala tudi oseba, ki bi zataknjen vir mehansko vračala v napravo. Ob vlečenju vira v zaščitni položaj bi se razdalja med virom in delavcem zmanjševala, vendar v povprečju vzamemo, da se oseba nahaja na razdalji 1 m od vira in da bi v 1 minuti prejela dozo 1 mSv.
2. Vir se zatakne in ga ni mogoče vrniti v zaščitni položaj preko daljinsko vodenega mehanizma niti z mehansko ročico.
V tem primeru je potrebno vir ročno izvleči iz pacienta (izvlek gibke žice) in ga vstaviti v zaščitni vsebnik. Ocenjujemo, da bi bili za to potrebni 2 minuti. Ob predpostavki, da se oseba nahaja na razdalji 1 m od vira, bi prejela dozo 2 mSv.

5.D. Ocena potencialnih efektivnih in ekvivaletnih doz za prebivalce pri teh dogodkih

Če naključni mimoidoči vstopi v ograjen prostor nad napravo za obsevanje z visokimi hitrostmi doze med potekom obsevanja, bo izpostavljen hitrostim doze do 0,5 $\mu\text{Sv/h}$. V času obsevanja lahko prejme efektivno dozo 0,1 μSv .

5.E. Ocena skupnega sevalnega tveganja za celotno sevalno dejavnost

Tveganje glede na velikosti prejetih efektivnih doz ocenjujemo kot ZANEMARLJIVO.

6. NAČRT OPTIMIZACIJE VARSTVA

6.A. Izdelava poročil o izvajanju varstva pred sevanji in o prejetih dozah delavcev, spremljanje sevalnega tveganja, določitev in preverjanje doznih ograd

Za varstvo pred ionizirajočimi sevanji na oddelku brahiradioterapije na Onkološkem inštitutu je odgovoren Uroš Čotar. Kot odgovorna oseba mora o vseh izrednih dogodkih ali preseganju doznih ograd poročati Upravi RS za varstvo pred sevanji.

Vir sevanja, ki se uporablja pri izvajanju sevalne dejavnosti, mora v rokih, ki jih predpisuje zakonodaja, pregledovati pooblaščen izvedenec varstva pred sevanjem in oceniti dozo delavcev zaradi izvajanja sevalne dejavnosti. Pregled mora vsebovati vse parametre, ki jih predvideva zakonodaja. O pregledu je potrebno napisati poročilo in ga poslati Upravi RS za varstvo pred sevanji.

O opaženih povečanih indikatorjih sevalnega tvegana iz poglavja 6.B., je potrebno obvestiti pooblaščenega izvedenca za varstvo pred sevanji in Upravo RS za varstvo pred sevanji.

6.B Spremljanje indikatorjev sevalnega tveganja

Smiselno je, da odgovorna oseba za varstvo pred sevanji ali medicinski fizik izvaja redne tedenske ali mesečne meritve hitrosti doze na hodniku oddelka za brahiradioterapijo, v sosednjih prostorih in na dvorišču inštituta nad prostorom za obsevanje z visokimi hitrostmi doze.

6.C. Določitev in preverjanje doznih ograd vključno s kriteriji poročanja o preseganju

Efektivne doze delavce zaradi izvajanja sevalne dejavnosti ne bodo presegle 0,2 mSv letno, vendar pa osebe opravlja tudi druge dejavnosti (I-131, aplikacija radiofarmakov). Iz rezultatov osebne dozimetrije za obdobje 2010 – 2014 sledi, da so letne doze delavcev na oddelku brahiradioterapije ob normalnem delu večinoma nekaj 10 µSv. Kot dozno ogrado predlagamo mesečno efektivno dozo 0,5 mSv oziroma 1,6 mSv za srednje medicinske sestre in diplomirane medicinske sestre.

V primeru, da je mesečna doza oseb, ki izvajajo sevalno dejavnost, večja od 0,5 mSv ali 1,6 mSv za medicinske sestre oziroma če to sledi iz rednega nadzora, ki ga izvede pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji ali iz rednega tedenskega nadzora, ki ga izvede odgovorna oseba za varstvo pred sevanji, je potrebno takoj obvestiti Upravo RS za varstvo pred sevanji.

Delavci, ki so klasificirani kot sevanju poklicno izpostavljeni delavci, morajo biti v redni mesečni dozimetriji. Redno mesečno dozimetrijo izvaja Inštitut Jožef Stefan.

Delavcev, ki niso razvrščeni kot sevanju poklicno izpostavljeni delavci: zdravnik anesteziolog, anesteziološka medicinska sestra, inštrumentarka – neumita, ni potrebno vključiti v sistem osebne dozimetrije. Prav tako v sistem osebne dozimetrije ni potrebno vključiti drugih oseb ali delavcev, ki le občasno vstopajo v radiološko nadzorovane prostore in niso sevanju poklicno izpostavljeni delavci.

6.D Načrt za zmanjšanje sevalnega tveganja

Poseben načrt za zmanjšanje tveganja sevalne dejavnosti ni potreben.

6.E. Usposobljenost in zadostno število delavcev za varno delo v območju virov sevanj

Delavci, ki izvajajo opisano sevalno dejavnost, morajo imeti opravljene izpite iz varstva pred ionizirajočimi sevanji. Trenutno imajo veljavna potrdila o znanju iz varstva pred ionizirajočimi sevanji, ki jih je izdal ZVD Zavod za varstvo pri delu d.d.

Delavci morajo opravljati redne zdravniške preglede enkrat na tri leta (razred B).

Število delavce zadošča za varno delo z viri sevanj.

6.F. Načrt ukrepov za preprečevanje izrednih dogodkov

Načrt ukrepov za preprečevanje izrednih dogodkov zaradi majhne verjetnosti in velikosti potencialne doze ni potreben.

6.G. Načrt ukrepov za odpravo posledic izrednega dogodka

Načrt ukrepov za odpravo posledic izrednega dogodka je opisan v dokumentu »Ukrepanje v nujnih primerih«, ki ga je pripravil mag. Janez Burger. Navodilo je namenjeno ravnanju z napravo za pulzno obsevanje v primeru, da vira po obsevanju ni mogoče vrniti v zaščiteni položaj.

Osebe enkrat letno izvaja vajo ukrepanja v primeru izrednega dogodka. Potrebno je voditi evidenco o obsegu vaje, terminu in udeležencih ter ugotovitvah o poteku vaje.

7. STROKOVNO MNENJE IN PREDLAGANI UKREPI

Menimo, da naprava za obsevanje z visokimi hitrostmi doze na oddelku za brahiradioterapijo omogoča varno obsevanje pacientov in da bodo prejete učinkovite doze osebja, ki bo izvajalo obsevanje nizke, do 0,15 mSv na leto. To je ocenjena učinkovita doza delavca, ki bi bil prisoten pri vse posegih v enem letu. Vir sevanja je, kadar se ne uporablja, varno shranjen v obsevalni napravi, ki je sicer nameščena v prostoru za obsevanje.

Delavci iz oddelka za brahiradioterapijo, ki sodelujejo pri izvajanju sevalne dejavnosti so razvrščeni v razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev. Prav tako sta v razred B sevanju poklicno izpostavljenih delavcev razvrščeni umita medicinska sestra inštrumentarka in bolničarka, ki sta prisotni pri vseh posegih, ki jih izvedejo z napravo HDR.

Glede na verjetnost izrednih dogodkov in prejete doze, ki bi jih delavci prejeli ob teh dogodkih, smo ocenili, da načrt ukrepov v primeru izrednih dogodkov ni potreben.

Vir sevanja mora v rokih, ki jih določa zakonodaja pregledovati pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji ter ob tem opraviti meritve, potrebne za oceno doze zaradi dejavnosti. O pregledu mora napisati poročilo.

Smiselno bi bilo, da odgovorna oseba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji izvaja redne meritve hitrosti doze v okolici obsevalne naprave (sosednji prostori) in na dvorišču Onkološkega inštituta nad prostorom za obsevanje z visokimi hitrostmi doze. Predlagamo tedenski ali mesečni interval preverjanja.

Delavci so usposobljeni za varno delo z viri ionizirajočih sevanj in imajo opravljene zdravniške preglede.

Ob zamenjavi vira, ki je predvidena na 3 mesece, je potrebno zagotoviti, da morebitni izvajalci izpolnjujejo zahteve slovenske zakonodaje. Za to mora poskrbeti odgovorna oseba za varstvo pred sevanji.

8. PRILOGE (skice prostorov, fotografije virov, tehnična dokumentacija, drugo)

Revizija 0: 11.12.2007 Oznaka: LDOZ-OVID-628/241/10-GO, rev. 0

Revizija 1: 01.06.2010 LDOZ-OVID-1551

V oceni doz je upoštevano dejansko stanje glede hitrosti doz – meritve iz rednih pregledov vira sevanja, upoštevano, je, da anesteziologi niso prisotni med obsevanji, upoštevano je, da se ne dela več s Cs-137, delavci so razdeljeni v razred A in B in nič več le v A.

Revizija 2: 06.02.2015 LDOZ-OVID-1551

Naprava VARISOURCE je zamenjana z napravo GAMMAMED PLUS. Zaradi tega smo za izračune doz uporabili podatke o meritvah hitrosti doz pri napravi GAMMAMED PLUS. Pri oceni doz (poglavje 4) smo upoštevali tudi delavce, ki sodelujejo pri posegu vstavljanja vodil. Oddelek brahiradioterapije ni več v celoti nadzorovano področje ampak je opazovano območje. Nadzorovana območja ostajajo sobe z napravami za obsevanje in sobe z I-131 pacienti.

Ocena varstva izpostavljenih delavcev je bila izdelana na podlagi 24. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrske varnosti (Ur. l. RS št. 102/2004).