



Center za fizikalne meritve

Laboratorij za dozimetrijo

Oznaka dokumenta: **LDOZ-OVS-4140**

Revizija: 0

Datum: 18.4.2018

Oznaka in datum prejšnje revizije: /

## Generična ocena varstva pred sevanjem: rentgensko merjenje kostne gostote

**Naročnik:** Ministrstvo za zdravje  
Uprava RS za varstvo pred sevanji  
Ajdovščina 4  
1000 Ljubljana

**Prejeli:** Dokument je izdelan v dveh enakih izvodih in ga je dovoljeno reproducirati samo v celoti!  
→ naročnik 1×  
→ arhiv ZVD 1×

**Pripravil:** mag. BOŠTJAN DROLC, univ. dipl. fiz.  
Podpis

**Pregledal:** mag. URBAN ZDEŠAR, univ. dipl. fiz.  
Podpis

*Ocena varstva pred sevanji je bila izdelana na podlagi 40. člena Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrske varnosti (ZVISJV-1, Uradni list RS 76/2017) in 10. člena Pravilnika o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji (Uradni list RS 83/2016).*



## Kazalo

|   |    |
|---|----|
| POVZETEK .....  | 5  |
| 1. SPLOŠNI PODATKI O SEVALNI DEJAVNOSTI IN IZVAJALCU .....  | 6  |
| 1.A Pravna oseba in njen zastopnik .....  | 6  |
| 1.B Odgovorna oseba za varstvo pred sevanji .....   | 6  |
| 1.C Organizacijska enota, kjer se izvaja sevalna dejavnost .....                                  | 6  |
| 1.D Opis sevalne dejavnosti .....   | 6  |
| 1.E Število delavcev potrebno za varno izvajanje sevalne dejavnosti .....                         | 6  |
| 2. PODATKI O VIRIH SEVANJA IN PROSTORIH, KJER SE UPORABLJAJO .....                                | 7  |
| 2.A Opis virov in naprav (vrste, oznake, zmogljivosti) ter pogojev uporabe .....                  | 7  |
| 2.B Podatki o največjih hitrostih doz ob virih in o možnosti kontaminacij .....                   | 8  |
| 2.C Opis prostorov v katerih poteka sevalna dejavnost .....                                       | 8  |
| 2.D Razvrstitev prostorov na nadzorovana in opazovana območja .....                               | 9  |
| 2.E Ravnanje z radioaktivni odpadki in z izpusti v okolje .....                                   | 9  |
| 2.F Priporočena življenjska doba virov in način shranjevanja po prenehanju uporabe .....          | 9  |
| 2.G Opis varovanja virov sevanja .....  | 9  |
| 3. UKREPI VARSTVA DELAVCEV IN PREBIVALSTVA PRED SEVANJI .....                                     | 10 |
| 3.A Ščitenje virov in prostorov .....   | 10 |
| 3.B Varnostni in opozorilni sistemi .....   | 10 |
| 3.C Administrativni ukrepi varstva pred sevanjem .....  | 11 |
| 3.D Navodila za varno delo .....  | 11 |
| 3.E Program izvajanja nadzornih meritev na nadzorovanih in opazovanih območjih .....              | 11 |
| 3.F Program izvajanje nadzora zunanje in notranje obsevanosti .....                               | 11 |
| 3.G Osebna varovalna oprema .....   | 11 |
| 3.H Vsebina in obseg usposabljanja iz varstva pred sevanji .....                                  | 11 |
| 4. IZPOSTAVLJENOST ZARADI IZVAJANJA DEJAVNOSTI .....  | 12 |
| 4.A Opis sevalno najbolj tveganih del .....   | 12 |
| 4.B Razvrstitev delavcev v razred A ali B glede na sevalno tveganje in delovno mesto .....        | 12 |
| 4.C Ocena efektivnih in ekvivalentnih doz delavcev pri normalnem delu .....                       | 12 |
| 4.D Ocena efektivne doze za najbolj izpostavljene posameznike iz prebivalstva .....               | 13 |
| 5. POTENCIALNA IZPOSTAVLJENOST .....  | 14 |
| 5.A Identifikacija izrednih dogodkov in ocena verjetnosti za njihov nastanek .....                | 14 |
| 5.B Ocena prostorske in časovne porazdelitve radioaktivnih snovi po morebitni kontaminaciji ..... | 14 |
| 5.C Ocena potencialnih efektivnih in ekvivalentnih doz za delavce pri teh dogodkih .....          | 14 |
| 5.D Ocena potencialnih efektivnih doz za prebivalce pri teh dogodkih .....                        | 14 |
| 5.E Ocena skupnega sevalnega tveganja za celotno sevalno dejavnost .....                          | 14 |
| 6. NAČRT OPTIMIZACIJE VARSTVA .....   | 15 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 6.A | Izdelava poročil o izvajanju ukrepov varstva pred sevanji in o prejetih dozah delavcev .....                     | 15 |
| 6.B | Spremljanje indikatorjev sevalnega tveganja .....  | 15 |
| 6.C | Določitev in preverjanje doznih ograd vključno s kriteriji poročanja ob preseganju .....                         | 15 |
| 6.D | Načrt za zmanjšanje sevalnega tveganja .....   | 15 |
| 6.E | Usposobljenost in zadostno število delavcev za varno delo v območju virov sevanj .....                           | 16 |
| 6.F | Načrt ukrepov za preprečevanje izrednih dogodkov .....   | 16 |
| 6.G | Načrt ukrepov za odpravo posledic izrednih dogodkov .....  | 16 |
| 7.  | PRETEKLE IZKUŠNJE Z IZREDNIMI DOGODKI .....  | 16 |
| 7.A | Opis dosedanjih izrednih dogodkov, analiza vzroka, ocena prejetih doz .....                                      | 16 |
| 7.B | Opis drugih dogodkov, pomembnih za varstvo pred sevanji, analiza vzrokov .....                                   | 16 |
| 7.C | Opis izvedenih sanacijskih del ali drugih ukrepov po izrednem dogodku .....                                      | 16 |
| 8.  | ZAHTEVE PRISTOJNEGA INŠPEKTORJA IN UKREPI .....  | 16 |
| 9.  | STROKOVNO MNENJE POOBlaščenega izvedenca varstva pred sevanji o OCENI IN PREDLAGANI UKREPI .....                 | 17 |
| 10. | ORIGINALNA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA IN DRUGA POJASNILA, POTREBNA ZA UGOTAVLJANJE STANJA VARSTVA PRED SEVANJI ..... | 17 |

## **POVZETEK**

Na podlagi naročila Uprave RS za varstvo pred sevanji je bila izdelana generična ocena varstva pred sevanji za dejavnost rentgenskega merjenja kostne gostote.

Rentgenski merilniki kostne gostote (denzitometri) uporabljajo dve energiji sevanja za določitev gostote kosti v preiskovanem delu telesa. Po sevalnih lastnostih se razlikujejo po obliki koristnega snopa sevanja, ki pogojuje trajanje ekspozicije in raven sevanja v prostoru, kjer je naprava nameščena. Prostori, kjer so denzitometri nameščeni, običajno ne potrebujejo dodatne zaščite pred sevanjem. Zaradi nizkih ravni sevanja v okolici merilnikov so tudi izvajalci posegov med izvedbo meritev večinoma v istem prostoru kot merilnik.

## 1. SPLOŠNI PODATKI O SEVALNI DEJAVNOSTI IN IZVAJALCU

### 1.A Pravna oseba in njen zastopnik

Generična ocena varstva pred sevanji je splošen dokument in ni pisana za konkretnega izvajalca sevalne dejavnosti.

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

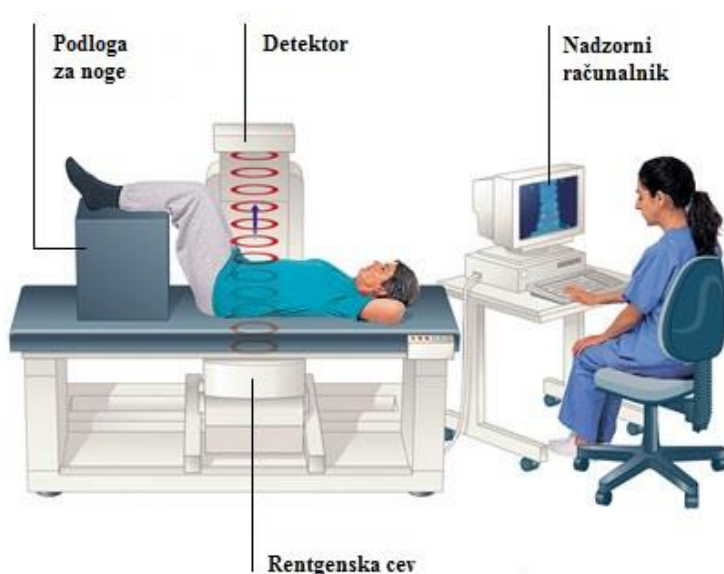
Generična ocena varstva pred sevanji je splošen dokument in ni pisana za konkretnega izvajalca sevalne dejavnosti.

### 1.C Organizacijska enota, kjer se izvaja sevalna dejavnost

Generična ocena varstva pred sevanji je splošen dokument in ni pisana za konkretnega izvajalca sevalne dejavnosti.

### 1.D Opis sevalne dejavnosti

Rentgenski merilniki kostne gostote (denzitometri) delujejo na podlagi merjenja absorpcije rentgenskih žarkov dveh različnih energij v preiskovanem delu telesa. Poseg poteka tako, da izvajalec posega pacienta namesti na preiskovalno mizo naprave, izbere področje preiskovanja in napravo pripelje v začetni položaj. S pomočjo računalnika, s katerim se vodi poseg, izvajalec določi dolžino preiskovanega področja in sproži delovanje naprave. Rentgenska cev oziroma koristni snop sevanja se med ekspozicijo hkrati z detektorskim sistemom premika vzdolž pacienta po predvidenem področju (shema poteka posega je na sliki 1). Po končanem posegu računalnik analizira podatke in prikaže rezultate meritve. Nadzorni računalnik merilnika, ob katerem med radiološkim posegom običajno sedi izvajalec, je v istem prostoru kot denzitometer.



**Slika 1.** Shema poteka določanja kostne gostote v področju ledvene hrbtenice. Rentgenska cev je vgrajena pod preiskovalno mizo in se skupaj z detektorskim sistemom, ki je nad pacientom, premika vzdolž pacienta.

### 1.E Število delavcev potrebno za varno izvajanje sevalne dejavnosti

Pri izvajanju rentgenskega merjenja kostne gostote običajno za varno izvajanje dejavnosti zadostuje en delavec.

## 2. PODATKI O VIRIH SEVANJA IN PROSTORIH, KJER SE UPORABLJAJO

### 2.A Opis virov in naprav (vrste, oznake, zmogljivosti) ter pogojev uporabe

Rentgenski merilniki kostne gostote se po sevalnih lastnostih razlikujejo glede na obliko koristnega snopa sevanja, ki jo uporabljajo. Le to pogojuje tudi trajanje ekspozicije in raven sevanja v prostoru, kjer je naprava nameščena. Merilniki s točkastim snopom (»pencil beam«) skenirajo področje v dveh smereh, merilniki s pahljačastim snopom (»fan beam«) v eni smeri, tretja možnost pa je uporaba stožčastega snopa (»cone beam«), kjer se izvede dve zaporedni slikanji celotnega preiskovanega področja. Pri prvih ekspozicije tipično trajajo več minut (običajno okoli 5 minut), pri drugih od nekaj 10 s do nekaj minut, pri tretjih pa gre za dve zaporedni ekspoziciji, ki vsaka traja manj kot sekundo.

Trenutno je v Sloveniji okoli 40 denzitometrov. Večina je merilnikov s pahljačastim snopom saj ta predstavlja novejšo tehnologijo. Točkast snop je bil značilnost prve generacije denzitometrov, tako da jih je danes pri nas v uporabi ostalo samo še nekaj, pa še ti bodo zaradi starosti najbrž kmalu zamenjani. Tretji tip denzitometrov v Sloveniji ni bil nikoli prav pogost in trenutno ni nobenega več v uporabi.

V Sloveniji sta praktično prisotna le dva proizvajalca denzitometrov to sta Hologic in GE Healthcare, velika večina nameščenih merilnikov pri nas pa je Hologic-ovih. Za njihove aparate je značilno, da za generiranje dveh energij rentgenskih žarkov uporabljajo preklapljanje pospeševalne napetosti na rentgenski cevi. Tipično se uporablja preklapljanje med 100 kV in 140 kV. Merilniki proizvajalca GE pa uporabljajo za spremembo energije izhodnega snopa sevanja cerijev filter (filter K-roba). Rentgenska cev tako deluje pri konstantni anodni napetosti 76 kV, filter pa poskrbi za razdelitev spektra na nizko in visoko energijski del (cerijev filter K-roba ima črte pri 38 in 62 keV). Tokovi skozi rentgensko cev pri obeh tipih denzitometrov dosega do 3 mA.



**Slika 2.** Fotografija rentgenskega merilnika kostne gostote Hologic Discovery.



**Slika 3.** Fotografija rentgenskega merilnika kostne gostote GE Lunar Prodigy.

### **2.B Podatki o največjih hitrostih doz ob virih in o možnosti kontaminacij**

Pri rentgenskih merilnikih kostne gostote hitrosti doz tudi v koristnem (direktnem) snopu niso visoke (v primerjavi z drugimi vrstami rentgenskih aparatov). Na površini preiskovalne mize merilnikov s pahljačastim snopom so tako običajne izmerjene hitrosti doz nekaj  $10 \mu\text{Gy/s}$ . Časi ekspozicij so od nekaj 10 s do nekaj minut, odvisno od vrste merilnika, izbranega načina delovanja in velikosti preiskovanega območja.

Raven sevanja izven koristnega snopa je večinoma posledica sipanja sevanja na pacientu in delno tudi puščanja ohišja rentgenske cevi. Ker je količina sipanega sevanja neposredno odvisna od površine koristnega snopa sevanja, je daleč najmanjša hitrost doze pri merilnikih s točkastim snopom. Večinoma pri teh merilnikih hitrost doze tik ob pacientu dosega največ nekaj  $\mu\text{Sv/h}$ , 1 m od pacienta (merilnika) pa je že pod  $1 \mu\text{Sv/h}$ . Pri merilnikih s pahljačastim snopom hitrost doze tik ob pacientu dosega od nekaj  $10 \mu\text{Sv/h}$  do največ okrog  $100 \mu\text{Sv/h}$ . Na razdalji 1 m od merilnika dosega okoli  $10 \mu\text{Sv/h}$ , na razdalji 2 m pa so lahko še nekaj  $\mu\text{Sv/h}$ .

### **2.C Opis prostorov v katerih poteka sevalna dejavnost**

Zaradi relativno nizkih ravni sevanja v okolici rentgenskih merilnikov kostne gostote posebnih zahtev glede prostora v katerem se izvajajo meritve kostne gostote ni. V istem prostoru kot merilnik se običajno nahaja tudi nadzorni računalnik, ob katerem sedi izvajalec med posegom. V praksi so denzitometri nameščeni tako v ločenih diagnostičnih prostorih, ki so namenjeni smo izvajanju meritev kostne gostote, kot tudi v prostorih (npr. ordinacijah), kjer se izvajajo različne medicinske preiskave oz. pregledi.



## 2.D Razvrstitev prostorov na nadzorovana in opazovana območja

Glede na navedene značilne ravni sevanja je kot **radiološko nadzorovano območje** običajno razvrščen le del prostora tik ob koristnem snopu merilnika, preostali del prostora z napravo (diagnostičnega prostora) pa je **radiološko opazovano območje**. V nekaterih primerih so opazovana območja tudi deli sosednjih prostorov pred vrati ali prehodi v diagnostični prostor.

V sosednjih prostorih so sicer ravni sevanja praviloma zelo nizke ali na ravni naravnega ozadja, tako da ti prostori večinoma niso radiološko razvrščeni.

## 2.E Ravnanje z radioaktivni odpadki in z izpusti v okolje

Pri uporabi rentgenskih aparatov ne prihaja do nastanka radioaktivnih snovi, zato tudi ni izpustov radioaktivnih snovi v okolje.

## 2.F Priporočena življenjska doba virov in način shranjevanja po prenehanju uporabe

Po prenehanju uporabe rentgenski aparat oziroma rentgenska cev, ki je vir sevanja, s stališča varstva pred sevanji ne predstavlja nevarnosti. Je pa potrebno aparat po prenehanju uporabe strokovno razstaviti, saj lahko posamezni njegovi deli predstavljajo nevaren odpadek (rentgenska cev zaradi možnosti implozije, hladilno olje itd.). O prenehanju uporabe posameznega aparata je potrebno obvestiti Upravo RS za varstvo pred sevanji.

## 2.G Opis varovanja virov sevanja

Rentgenski aparati so stacionarni in so varovani v sklopu splošnega varovanja prostorov, kjer so nameščeni. Ker gre za rentgenske aparate, posebnih zahtev glede fizičnega varovanja ni, dostop imajo le pooblašcene osebe izvajalca sevalne dejavnosti.

### 3. UKREPI VARSTVA DELAVCEV IN PREBIVALSTVA PRED SEVANJI

#### 3.A Ščitenje virov in prostorov

Vir sevanja v rentgenskem aparatu je rentgenska cev, ki je zaprta v zaščitno ohišje. Ohišje rentgenske cevi mora biti takšno, da na razdalji 1 m od gorišča pri največji obremenitvi cevi doza v zraku zaradi puščanja ohišja ne presega 1 mGy v eni uri.

Zaradi relativno nizkih ravni sevanja v okolici rentgenskih merilnikov kostne gostote, prostorov v katerih so le ti nameščeni, praviloma ni potrebno dodatno ščititi pred sevanjem. Nadzorno mesto je praktično skoraj vedno v istem prostoru kot merilnik. V primerih, kjer je prostor majhen in je zato nadzorno mesto tik ob merilniku se lahko za zmanjšanje obsevanosti izvajalca posega med merilnik in nadzorno mesto namesti dodatno zaščito. To je lahko zaščitna predelna stena, premični zaščitni paravan, ali pa npr. svinčena zavesa. Primer takšne zaščite je prikazan na sliki 4.



**Slika 4.** Fotografija rentgenskega merilnika kostne gostote Hologic Delphi s premično zaščito med merilnikom in nadzornim mestom.

#### 3.B Varnostni in opozorilni sistemi

Rentgenski merilniki kostne gostote so večinoma opremljeni s stikalom za izklop v sili, drugih posebnih varnostnih sistemov pa aparati običajno nimajo. Pri diagnostičnih prostorih, kjer je dostop vanje mogoč iz čakalnic, so vrata praviloma opremljena s slepimi kljukami, ki onemogočajo vstop recimo čakajočim pacientom.

Aparati med slikanjem oddajajo zvočni in svetlobni signal in tako opozarjajo na ekspozicijo.

### 3.C Administrativni ukrepi varstva pred sevanjem

Pri izvajanju rentgenskega merjenja kostne gostote se upoštevajo naslednji ukrepi

- Za izvajanje ukrepov varstva pred sevanji pri slikanju zob je odgovoren izvajalec posegov.
- Izvajalec posega mora poskrbeti, da se vse osebe (razen pacienta) med posegom umaknejo iz radiološko nadzorovanih območij (neposredne bližine merilnika), oz. jih po potrebi zaščititi z ustrezno osebno varovalno opremo.
- Izvajalec posegov mora med uporabo sevanja pravilno uporabljati osebni dozimeter oz. se mora izvajati dozimetrija delovnega mesta.
- Učenci ali praktikanti, ki se usposabljaajo za svoj poklic, lahko sodelujejo pri izvedbi posega (oziroma se med posegom nahajajo v prostoru za posege) le pod nadzorom mentorja.

### 3.D Navodila za varno delo

Splošna navodila za varno delo z rentgenskim merilnikom kostne gostote so običajno del tehnične dokumentacije posameznega aparata. Izvajalci posegov so z varnim načinom dela seznanjeni med usposabljanjem za delo z aparatom ter v okviru seminarjev iz varstva pred sevanji.

### 3.E Program izvajanja nadzornih meritev na nadzorovanih in opazovanih območjih

Nadzorne meritve izvaja pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji in vključujejo meritve sevalnih razmer pri uporabi aparata (meritve hitrosti doz in doz v diagnostičnih prostorih in sosednjih prostorih) in preverjanje ukrepov varstva pred sevanji. Meritve oziroma preverjanje delovanja aparata pa izvaja pooblaščen izvedenec medicinske fizike. Redni nadzor se izvede enkrat letno, izredni nadzor pa je potreben po večjih posegih na rentgenskem aparatu (zamenjavi rentgenske cevi ali generatorja). Obseg izrednega pregleda je enak obsegu pri rednem pregledu.

### 3.F Program izvajanje nadzora zunanje in notranje obsevanosti

Zunanja obsevanost izvajalcev radioloških posegov se nadzoruje z osebno dozimetrijo ali pa dozimetrijo delovnega mesta. Dozimetri se menjujejo mesečno. Za način izvajanja dozimetrije se odloči izvajalec sevalne dejavnosti na podlagi predloga pooblaščenega izvedenca varstva pred sevanji.

Uporaba drugih merilnikov ni potrebna.

### 3.G Osebna varovalna oprema

Osebna varovalna oprema za izvajalce posegov ni potrebna.

### 3.H Vsebina in obseg usposabljanja iz varstva pred sevanji

V skladu z 18. členom Pravilnika o pogojih za uporabo virov ionizirajočih sevanj v zdravstvu (Uradni list RS 111/2003) in VII. poglavjem Pravilnika o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (Uradni list RS 3/2017) mora izvajalec sevalne dejavnosti zagotoviti, da imajo vsi izvajalci radioloških posegov, za izvajanje le-teh, ustrezno teoretično in praktično znanje s področja varstva pred sevanji. Usposobljenost se zagotavlja z usposabljanjem, ki se izvede pred začetkom dela izvajalca radioloških posegov, kasneje pa se obnavlja najmanj enkrat v petih letih.

Za področje **denzitometrije** usposabljanje obsega vsebine a1 in c1 navedene v prilogi 1 Pravilnika o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (Uradni list RS 3/2017) v skupnem trajanju najmanj 8 ur. Vsebine povezane z varstvom pacientov pred sevanji pripravi pooblaščen izvedenec medicinske fizike.

## 4. IZPOSTAVLJENOST ZARADI IZVAJANJA DEJAVNOSTI

### 4.A Opis sevalno najbolj tveganih del

Pri merjenju kostne gostote z rentgenskim denzitometrom so ali so lahko sevanju izpostavljeni poleg izvajalca posegov in pacienta tudi posamezniki iz prebivalstva (ostali delavci, čakajoči pacienti, obiskovalci, naključni mimoidoči).

Posebej sevalno tveganih del pri rentgenskem merjenju kostne gostote ni, saj so hitrosti doz v okolici denzitometra relativno nizke in tipično 1 m stran dosejajo le še okoli 10  $\mu\text{Sv/h}$ .

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

Pri večini izvajalcev rentgenskega merjenja kostne gostote je prejeta letna efektivna doza posameznega izvajalca posegov največ nekaj 10  $\mu\text{Sv}$ . Glede na to, da sevalno tvegane dela pri izvajanju dejavnosti ni, da se izvajalci nikoli ne nahajajo v radiološko nadzorovanih območjih ter da praktično ni mogočih izrednih dogodkov oz. so doze pri posameznem takšnem dogodku zanemarljive, izvajalcev radioloških posegov po našem mnenju ni potrebno razvrstiti med sevanju poklicno izpostavljene delavce.

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

Izvajalci meritev kostne gostote so med posegom večinoma v diagnostičnem prostoru ob nadzornem računalniku denzitometra. Hitrosti doz na tem mestu so odvisne od vrste aparata, oddaljenosti mesta od denzitometra in morebitne uporabe zaščitnih sredstev (zaščitnih paravanov, predelnih sten...). V primerih, ko nadzorno mesto ni dodatno ščiteno, so tipične hitrosti doz od nekaj  $\mu\text{Sv/h}$  do največ okoli 10  $\mu\text{Sv/h}$ . Časi uporabe sevanja (ekspozicij) so pri merjenju kostne gostote od nekaj 10 s do nekaj minut, s tem da običajno krajši čas ekspozicij pomeni višje uporabljene ekspozicijske parametre in tako tudi višje hitrosti doz o okolici denzitometra in obratno za primer daljših časov ekspozicij.

Pričakovane letne prejete efektivne doze so tako od nekaj 10  $\mu\text{Sv}$  do nekaj 100  $\mu\text{Sv}$ , odvisno od tipa aparata in obsega dela.

Analizirali smo tudi podatke osebne dozimetrije v letih 2013 – 2017 za delavce, ki izvajajo meritve kostne gostote. Od nekaj več kot 2000 odčitanih dozimetrov je bila pri veliki večini (96%) doza pod mejo poročanja (0,04 mSv), le pri enem odčitku osebnih dozimetrov pa je doza presegla 0,1 mSv. Za preteklih pet let smo analizirali tudi letne prejete doze delavcev. Kot je razvidno iz tabele 1, ki prikazuje povzetek rezultatov analize, so letne prejete doze nad 0,3 mSv zelo redke.

**Tabela 1.** Letne prejete doze delavcev, ki izvajajo merjenje kostne gostote.

| Leto | Število delavcev v posameznih doznih intervalih (mSv) |            |       |
|------|---|------------|-------|
|      | < 0,04  | 0,04 – 0,3 | > 0,3 |
| 2013 | 39  | 6          | 1     |
| 2014 | 34  | 9          | 0     |
| 2015 | 36  | 8          | 0     |
| 2016 | 39  | 6          | 1     |
| 2017 | 40  | 9          | 0     |

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

Med slikanjem se v prostorih, ki mejijo na diagnostične prostore, lahko zadržujejo osebe (ostali delavci, čakajoči pacienti, obiskovalci...), ki niso razvrščene kot sevanju poklicno izpostavljeni delavci. Na teh mestih so hitrosti doz večinoma na ravni naravnega ozadja oziroma dosegajo največ nekaj  $\mu\text{Sv}/\text{h}$  (npr. pred vrati v diagnostični prostor). Ker so osebe na teh mestih lahko izpostavljene le kratek čas (največ pri nekaj opravljenih meritvah), so prejete efektivne doze tam zadržujočih se oseb zanemarljive.

Ločeno obravnavamo še primer, ko mora kdo pomagati pacientu med slikanjem (npr. starši pri slikanju manjših otrok) kar pomeni, da se med ekspozicijo nahaja tik ob pacientu. Prejeta doza na tem mestu je pri posamezni ekspoziciji do okoli  $1 \mu\text{Sv}$ . V primeru uporabe osebne varovalne opreme pa znatno pod  $1 \mu\text{Sv}$ .

## 5. POTENCIALNA IZPOSTAVLJENOST

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

Potencialna izpostavljenost opisana v nadaljevanju velja za izpostavljenost osebja in drugih oseb z izjemo pacientov. Potencialno izpostavljenost pacientov mora opisati program radioloških posegov, v katerem je opisan sistem varstva pacientov pred sevanjem pri radioloških posegih.

Izredni dogodki oziroma nenamerna izpostavljenost delavcev ali koga od posameznikov iz prebivalstva pri merjenju kostne gostote je zelo malo verjetna. Praktično edina možnost je nahajanje osebe v radiološko nadzorovanem območju med izvedbo posega. Glede na dejstvo, da je to območje le tik ob koristnem snopu ali pa ga sploh ni in da je izvajalec posega med izvedbo v diagnostičnem prostoru, kjer nadzoruje potek preiskave, je dogodek zelo malo verjeten.

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

Pri uporabi rentgenskih aparatov ne more priti do kontaminacije z radioaktivnimi snovmi.

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

V primeru zadrževanja osebe v radiološko nadzorovanem območju med izvedbo meritve kostne gostote, bi bila prejeta doza lahko največ okoli 1  $\mu\text{Sv}$  in s tem zanemarljiva.

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

Za posameznike iz prebivalstva velja enaka ocena kot za delavce (poglavje 5.C).

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

Na podlagi ocene obsevanosti v poglavjih 4 in 5 ocenjujemo, da skupinska efektivna doza pri rentgenskem merjenju kostne gostote dosega večinoma največ nekaj 10  $\mu\text{Sv}$ , **zato je sevalno tveganje opisane dejavnosti zelo majhno.**

## 6. NAČRT OPTIMIZACIJE VARSTVA

### 6.A Izdelava poročil o izvajanju ukrepov varstva pred sevanji in o prejetih dozah delavcev

Pregled sevalnih razmer in ukrepov varstva pred sevanji pri izvajanju dejavnosti, najmanj enkrat letno in po vseh večjih posegih na posameznem rentgenskem aparatu opravi izbrani izvedenec varstva pred sevanji. Poročilo o pregledu prejme izvajalec sevalne dejavnosti, kopijo pa Uprava RS za varstvo pred sevanji.

Delavci, ki opravljajo merjenja kostne gostote, morajo uporabljati pasivne osebne dozimetre, oz. mora biti uvedena dozimetrija delovnega mesta. Dozimetre pooblaščen dozimetrični servis odčitava mesečno. Poročilo o meritvah prejme izvajalec sevalne dejavnosti, kopijo pa Uprava RS za varstvo pred sevanji.

### 6.B Spremljanje indikatorjev sevalnega tveganja

Indikator sevalnega tveganja so osebne doze izvajalcev slikanj (oz. doze na delovnem mestu) in hitrosti doz v radiološko nadzorovanih in opazovanih območjih med radiološkimi posegi. Prve se spremlja z osebno dozimetrijo (oz. dozimetrijo delovnega mesta), druge pa med rednimi pregledi aparatov (meritvami sevalnih razmer).

Kar se tiče izvajanja nadzora obsevanosti smo mnenja, da je osebna dozimetrija oz. dozimetrija delovnega mesta smiselna predvsem zaradi dejstva, da na ta način zagotovimo, da se delavci zavedajo možnega obsevanja pri delu z rentgenskimi aparati in posledično več pozornosti namenijo pravilnemu rokovanju z rentgensko napravo. Poleg tega nam redne meritve obsevanosti omogočajo spremljanje dejavnosti, tako npr. povečanega obsega slikanj kot odkrivanje morebitnih izrednih dogodkov, kjer bi prišlo do nenamerne obsevanja delavcev.

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

Pričakovane mesečne doze posameznega izvajalca radioloških posegov so večinoma zanemarljive (pod mejo poročanja osebnih doz). Če bi v posameznem mesecu kateri od delavcev prejel dozo nad 0,1 mSv, je potrebno o tem obvestiti izbranega izvedenca varstva pred sevanji ter ugotoviti razloge za preseganje in jih odpraviti.

V kolikor bi se pri posameznem izvajalcu mesečne doze višje od 0,1 mSv pojavljale večkrat zapored oz. redno, je potrebno za takšnega izvajalca izdelati oceno varstva pred sevanji in preučiti potrebo po razvrstitvi med sevanju poklicno izpostavljene delavce.

V primeru, da kateri od delavcev v enem mesecu prejme dozo večjo od 0,5 mSv, dozimetrični servis o tem takoj obvesti Upravo RS za varstvo pred sevanji. Potrebno je raziskati razloge za takšno prejetjo dozo in jih odpraviti, o tem pa napisati poročilo.

### 6.D Načrt za zmanjšanje sevalnega tveganja

Ocenjeno sevalno tveganje pri rentgenskem merjenju kostne gostote je praviloma zelo majhno, zato načrt za zmanjšanje tveganja **ni potreben**.

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

Izvajalci radioloških posegov morajo biti primerno strokovno izobraženi in usposobljeni za delo z rentgenskimi aparati in delo v območju sevanja, ki ga aparati proizvajajo. To dokazujejo z veljavnim potrdilom o opravljenem izpitu iz varstva pred sevanji.

Za varno izvajanje sevalne dejavnosti (rentgensko merjenje kostne gostote) zadostuje en delavec.

### **6.F Načrt ukrepov za preprečevanje izrednih dogodkov**

Ker so izredni dogodki zelo malo verjetni, smo mnenja, da načrt ukrepov za preprečevanje izrednih dogodkov **ni potreben**.

### **6.G Načrt ukrepov za odpravo posledic izrednih dogodkov**

Glede na ocenjene prejete doze pri posameznem izrednem dogodku, smo mnenja, da načrt ukrepov za odpravo posledic izrednega dogodka **ni potreben**.

## **7. PRETEKLE IZKUŠNJE Z IZREDNIMI DOGODKI**

### **7.A Opis dosedanjih izrednih dogodkov, analiza vzroka, ocena prejetih doz**

-

### **7.B Opis drugih dogodkov, pomembnih za varstvo pred sevanji, analiza vzrokov**

-

### **7.C Opis izvedenih sanacijskih del ali drugih ukrepov po izrednem dogodku**

-

## **8. ZAHTEVE PRISTOJNEGA INŠPEKTORJA IN UKREPI**

-



## **9. STROKOVNO MNENJE POOBLAŠČENEGA IZVEDENCA VARSTVA PRED SEVANJI O OCENI IN PREDLAGANI UKREPI**

Na podlagi izdelane generične ocene varstva pred sevanji za dejavnost rentgenskega merjenja kostne gostote smo mnenja, da le ta v večini primerov zadovoljivo opiše izvajanje dejavnosti. Z namenom boljše seznanitve izvajalca sevalne dejavnosti s konkretnimi podatki za njegovo situacijo predlagamo, da se poleg generične ocene izdelajo še krajša navodila za varno delo z rentgenskim aparatom. Te bi pripravil pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji skupaj z izvajalcem dejavnosti, v njem pa bi bilo opisano najmanj naslednje:

- Kdo lahko upravlja z rentgenskim merilnikom kostne gostote.
- Namestitev rentgenskega merilnika v prostoru in (pravilen) položaj izvajalca med posegi.
- Določitev radiološko nadzorovanega območja in ukrepe, ki jih je potrebno izvesti v primerih, kadar je potrebna prisotnost v tem območju.
- Potrebna osebna varovalna oprema in primeri, v katerih jo je potrebno uporabiti.
- Okvirna ocena obsevanosti izvajalca pri trenutni pogostosti slikanj.
- Način izvajanja nadzora obsevanosti (dozimetrija).
- Dozne ograde in ukrepe ob preseganju le teh.

Navodilo bi pripravili ob prvem pregledu rentgenskega merilnika kostne gostote in bi ga izvajalec dejavnosti dobil hkrati z generično oceno varstva pred sevanji. Ob letnem pregledu posameznega aparata pa bi pooblaščen izvedenec tudi pregledal rezultate dozimetrije in tako potrdil, da se dejavnost izvaja v skladu z navodilom.

## **10. ORIGINALNA TEHNIČNA DOKUMENTACIJA IN DRUGA POJASNILA, POTREBNA ZA UGOTAVLJANJE STANJA VARSTVA PRED SEVANJI**

-