

# ***PROJEKT RADIAČNEJ OCHRANY***

## **Stanovenie pasívnej ochrany pred gama a rtg žiarením**

**Pracovisko: GAMAKAMERA II. (SPECT/CT) – 6.17**

<b>Názov stavby:</b>	Stavebné úpravy Kliniky nukleárnej medicíny, nové SPECT/CT
<b>Miesto stavby:</b>	Univerzitná nemocnica Martin, Kollárova 2, 036 59 Martin
<b>Investor:</b>	Univerzitná nemocnica Martin
<b>Hlavný architekt:</b>	Ing. Peter Chobot, Ing. arch. Pavol Vojtek
<b>Dodávateľ technológie:</b>	
<b>Projekt spracoval:</b>	Ing. Arnold Štubňa, klinický fyzik
<b>Dátum:</b>	2023/08

## 1. ZADANIE

Predmetom tohto projektu je stanovenie potrebného stupňa pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením pacientov, ktorým bolo podané rádiofarmakum na pracovisku Kliniky nukleárnej medicíny Univerzitnej nemocnice Martin, v súlade s platnými požiadavkami na ochranu zdravia pred ionizujúcim žiarením a stanovenie hrúbky potrebných stavebných a tieniacich materiálov v ekvivalente olova, ktoré zabezpečia požadovaný stupeň ochrany pred ionizujúcim žiarením na pracovisku.

Projekt je realizovaný v súlade s požiadavkami na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany v zmysle Zákona NR SR č. 87/2018 a Vyhlášky MZ SR č. 101/2018.

## 2. VÝCHODZIE PODKLADY

Pri spracovaní pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením na pracovisku sa vychádzalo z nasledovných podkladov:

1. Fyzikálne parametre zdrojov ionizujúceho žiarenia a maximálne hodnoty ekvivalentnej dávky rozptýleného žiarenia v okolí pacientov, ktorým bolo podané rádiofarmakum.
2. Stavebné a dispozičné riešenie pracoviska.
3. Základné platné limity ožiarenia pre pracovníkov a jednotlivcov z obyvateľstva podľa Vyhlášky MZ SR č. 101/2018 Z.z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o zabezpečení radiačnej ochrany pri vykonávaní lekárskeho ožiarenia.
4. Metodika na výpočet ochrany pred ionizujúcim žiarením podľa DIN 6847 a DIN 6812.

## 3. LIMITY OŽIARENIA A MEDZNÉ HODNOTY PRE PREUKAZOVANIE RACIONÁLNE DOSIAHNUTEĽNEJ ÚROVNE RADIAČNEJ OCHRANY

Limitom ožiarenia pracovníkov so zdrojmi ionizujúceho žiarenia podľa Zákona NR SR č. 87/2018 “O radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov“

- je efektívna dávka 20 mSv za kalendárny rok.

Limitom ožiarenia obyvateľov so zdrojmi ionizujúceho žiarenia podľa Zákona NR SR č. 87/2018 “O radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov“

- je efektívna dávka 1 mSv za kalendárny rok.

Limitom ožiarenia praktíkantov a študentov medzi 16 a 18 rokom života so zdrojmi ionizujúceho žiarenia podľa Zákona NR SR č. 87/2018 “O radiačnej ochrane a o zmene a doplnení niektorých zákonov“

- je efektívna dávka 6 mSv za kalendárny rok.

Na optimalizáciu radiačnej ochrany pri projektovaní a výstavbe pracoviska sa stanovujú medzné dávky ožiarenia v zmysle Vyhlášky MZ SR č. 101/2018 pre pracovníkov a obyvateľov takto:

- a) efektívna dávka pracovníka so zdrojmi ionizujúceho žiarenia 1 mSv v kalendárnom roku,
- b) efektívna dávka pre obyvateľa 0,1 mSv v kalendárnom roku.

Racionálne dosiahnuteľná úroveň radiačnej ochrany sa považuje za dostatočne preukázanú, ak ani za predvídateľných odchýlok od bežnej prevádzky nemôže byť žiadna z medzných hodnôt ani u jednej osoby prekročená.

Pri stanovení radiačnej ochrany na pracovisku s ionizujúcim žiarením v rámci optimalizácie ožiarenia pracovníkov a obyvateľstva sa vychádzalo z toho, aby efektívna dávka u pracovníkov neprekročila medzné hodnoty ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre pracovníkov resp. pre jednotlivcov z obyvateľstva.

Medzné hodnoty ožiarenia pre preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany	
- pre pracovníkov so zdrojmi žiarenia	1,0 mSv/rok
- pre jednotlivcov z obyvateľstva	0,1 mSv/rok

#### 4. METODIKA STANOVENIA PASÍVNEJ OCHRANY

Stavebno - technické riešenie pracoviska so zdrojom ionizujúceho žiarenia a ochranných tieniacich vrstiev musí zabezpečiť, že miestnosti prilahlé k miestnostiam, kde sa zdržujú pacienti s podaným rádiofarmakom (RF), budú chránené takými ochrannými tieniacimi vrstvami, ktoré zabezpečia, že nebudú prekročené medzné hodnoty ožiarenia uvedené v časti 3.

##### Postup stanovenia zoslabenia tieniaceho materiálu:

Pri stanovení zoslabení tieniacich materiálov v ekvivalente olova na miestach pobytu pracovníkov a iných osôb sa vychádza z metodiky podľa normy DIN 6847 a DIN 6812. Vychádza sa z týždenného prevádzkového zaťaženia pacienta (žiariča) alebo rtg zariadenia (SPECT/CT) a zohľadní sa smer užitočného žiarenia a dĺžka pobytu osôb v prilahlých miestnostiach.

Pre vypočítanú hodnotu stupňa zoslabenia **F** gama žiarenia podľa vyššie uvedeného postupu sa stanoví požadovaná hrúbka tieniacej vrstvy v ekvivalente olova a bežných stavebných materiálov pre danú energiu gama žiarenia.

V prípade, že vypočítaný stupeň zoslabenia gama žiarenia **F** je menší ako je súčasné zoslabenie, dodatočná ochrana nie je potrebná. Ekvivalentné hrúbky iných tieniacich materiálov, ktoré zabezpečia rovnaký stupeň ochrany ako stanovená ekvivalentná hrúbka olova, sa pre jednotlivé energie gama žiarenia stanovujú z tabulky v citovanej norme.

**Faktor smeru žiarenia „U“** zohľadňuje pravdepodobnosť smerovania primárneho zväzku gama žiarenia na chránenú oblasť, pričom:

- U = 1,0** ak zväzok gama žiarenia smeruje trvale alebo viac ako 50% celkového prevádzkového času na jednotlivú chránenú oblasť. Platí aj pre rozptýlené röntgenové žiarenie a röntgenové žiarenie unikajúce cez kryt žiariča.
- U = 0,2** pre steny vyšetrovne a vstupné dvere do vyšetrovne pri klasickej skiagrafii a pri stomatologickej rádiodiagnostike okrem stien a dverí, na ktoré nemôže byť nasmerovaný primárny zväzok röntgenového alebo gama žiarenia,
- U = 0,1** táto hodnota platí pre priestory, na ktoré nie je smerovaný užitočný zväzok viac ako 10% celkového prevádzkového času röntgenového alebo gama žiariča,
- U = 0** táto hodnota platí pre priestory, pri ktorých je vylúčené aby na ne bol nasmerovaný primárny zväzok röntgenového alebo gama žiarenia, taktiež platí pre röntgenové zariadenia, kde primárny zväzok je obmedzený výlučne na receptor obrazu a nemôže byť nasmerovaný voľne do priestoru.

**Faktor pobytu „T“** zohľadňuje očakávanú dobu pobytu osôb v chránenej oblasti, priľahlej ku skúmanej miestnosti, pričom:

<b>T = 1,0</b>	pre priestory s trvalým pobytom osôb, napríklad obsluhovne rádiodiagnostických pracovísk, ambulancie, prijímacie kancelárie, izby pacientov, klubovne, byty, detské kútiky a herne, obchody, bufety, reštaurácie, jedálne a stravovacie prevádzky,
<b>T = 0,3</b>	pre priestory s dočasným pobytom osôb, napríklad tmavé komory bez trvalej obsluhy, denné miestnosti personálu, dielne, vonkajšie komunikačné priestory mimo kontrolovaného pásma, ktoré priliehajú priamo k vyšetrovni,
<b>T = 0,1</b>	pre príležitostné a nepravidelne navštevované priestory, napríklad čakárne pre pacientov, chodby, schodiská, výťahy, toalety, prezliekacie kabíny pre pacientov, chodníky, vonkajšie priestory, parkoviská,
<b>T = 0</b>	pre priestory, kde sa počas prevádzky röntgenového zariadenia nezdržiavajú žiadni pracovníci so zdrojmi žiarenia alebo iné osoby, napríklad toalety pre pacientov prístupné len z vyšetrovne.

**Faktor premeny rádionuklidu P** reprezentuje časť premeny rádiofarmaka po dobu jednotlivých etáp manipulácie a použitia rádiofarmák:

<b>P = 1,0</b>	pre všetky pracovné úkony,
<b>P = 0,91</b>	30 minútový pracovný úkon alebo úsek hodnotenia dávky,
<b>P = 0,85</b>	60 minútový pracovný úkon alebo úsek hodnotenia dávky,
<b>P = 0,76</b>	90 minútový pracovný úkon alebo úsek hodnotenia dávky.

**Požadovaná hrúbka tienenia  $s_j$  (cm)** je definovaný vzťahom:

$$s_j = Z_j \cdot \log_{10}(W \cdot U \cdot T \cdot P / H_{\max})$$

$$W = t \cdot H_n / r^2$$

kde:

<b><math>H_{\max}</math></b>	– je najvyššia prípustná efektívna dávka, respektíve smerná hodnota ožiarovania na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre pracovníkov so zdrojmi žiarenia, alebo pre ostatné osoby v chránenom priestore,
<b>r</b>	– je vzdialenosť (m) chráneného miesta od zdroja žiarenia,
<b>t</b>	– je celkový pracovný fond v týždni (h),
<b><math>H_n</math></b>	– je príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1 m od netieneného zdroja žiarenia,
<b>U</b>	– je faktor smeru užitočného žiarenia,
<b>T</b>	– je faktor pobytu osôb,
<b>W</b>	– je efektívna dávka za týždeň vo vyšetřovanom mieste bez ochranného tienenia,
<b>P</b>	– je faktor premeny rádionuklidu.

**Veľkosť efektívnej dávky H** na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôzne hrubých vrstiev rôzneho materiálu je definovaný vzťahom:

$$H = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

kde:

<b><math>s_j</math></b>	– je definovaná ohranná vrstva s hrúbkou v cm,
<b><math>z_j</math></b>	– je hrúbka desaťnásobného zoslabenia daného materiálu pre danú energiu (cm).

## 5. DISPOZIČNÉ RIEŠENIE PRACOVISKA A REFERENČNÉ BODY PRE STANOVENIE PASÍVNEJ OCHRANY PRED IONIZUJÚCIM ŽIARENÍM

Dispozičné riešenie pracoviska je zrejmé z technického výkresu projektu (výkres č. TD02, M 1:50). Pracovníci oddelenia vstupujú na pracovisko (6.NP) cez filter (6.21) a čakáreň (6.06) alebo čakárne (6.02) resp. čakáreň (6.08). Vstup na všetky pracoviská je cez chodbu (6.06). Ovládač Gamakamery II. - SPECT/CT (6.18) je prístupný z chodby (6.06). Do vyšetrovne Gamakamery II. - SPECT/CT (6.17) vstupujú pracovníci z ovládača (6.18), ovládača Gamakamery I. (6.15) alebo z chodby (6.06).

Pacienti prichádzajú na pracovisko (6.NP) cez čakáreň (6.02). Do kontrolovaného pásma na vyšetrenia pomocou SPECT/CT vstupujú cez chodbu (6.06). Pre aplikáciu rádiofarmák (RF) slúži osobitná aplikačná miestnosť. Pripravené rádiofarmaká sa do aplikačnej miestnosti resp. na pracoviská gamakamier dopravujú v tienenom kontajneri. Pacient po podaní RF čaká na vyšetrenie v aktívnej čakárni (6.06) alebo (6.08).

### Pracovisko prípravy rádiofarmák (RF)

Príprava injekcií so SPECT/CT rádiofarmakami (RF) sa realizuje v osobitnej miestnosti. Na pracoviská gamakamier (6.14) a (6.17) sa RF dopravujú v tienenom kontajneri.

Príkon dávkového ekvivalentu gama žiarenia vo vzdialenosti 1 m od kontajnera je zanedbateľný.

Pracovisko prípravy injekcií má steny a strop s omývateľným a neporéznym povrchom, podlaha pokrytá odolnou, dobre čistiteľnou podlahovinou (napr. PVC), pracovné povrchy z ľahko čistiteľného materiálu (napr. laminát alebo nerez), celistvé a bezšvové. Spoje medzi podlahou, stenami, stropom a pracovnými povrchmi musia byť utesnené.

Na pracovisku sa pracuje s uzavretým elučným systémom v skrini s laminárnym prúdením a kanalizácia z pracoviska je napojená na samostatnú zbernú nádrž.

Na jednom pracovnom mieste sa súčasne nespracúva viacero rádionuklidov. Nepoužívané otvorené žiariče sú umiestnené sa v ochranných krytoch a v ochranných kontajneroch. Skladujú sa tak, aby príkon dávkového ekvivalentu na vonkajšej stene skladovacích priestorov neprekročil  $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$  a vo vzdialenosti 1 m od ich povrchu  $10 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Vialky s rádionuklidmi sú samostatne tienené tak, aby pri ich prenášaní v priestoroch pracoviska príkon dávkového ekvivalentu neprekročil vo vzdialenosti 1 m od povrchu prepravného ochranného krytu  $100 \mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ .

Činnosti, pri ktorých môže dôjsť k úniku rádioaktívnych látok do ovzdušia, vykonávajú sa v laminárnom boxe.

Pri nakladaní s otvorenými žiaričmi sa používajú zodpovedajúce osobné ochranné pracovné prostriedky, ako sú tieniace plášte, zástery, okuliare, rukavice, a zodpovedajúce ochranné pomôcky, ako sú pinzety, kliešte, tieniace ochranné obaly, kontajnery a iné.

Pracovisko prípravy injekcií je pracovisko s otvorenými žiaričmi II. kategórie, preto je zriadený samostatný kanalizačný rozvod pre rádioaktívne odpadové vody z pracoviska napojený na samostatnú záchytnú nádrž.

Preprava pripravených rádiofarmák (RF) k podaniu priamo na pracovisku SPECT/CT (6.17) je v kontajneroch s tienením cca 3 cm olova.

Pri príprave injekcií a v dôsledku ich podania pacientom, vznikajú pevné rádioaktívne odpady (injekcie, tampóny, ...), ktoré sú zhromažďované do ochranného kontajnera v miestnosti skladu RA odpadu. Po ukončení pracovného dňa sú pevné rádioaktívne odpady prenesené do skladu, kde sa ich aktivita zníži premenami (rozpadom) na úroveň, pri ktorej už nemajú klasifikáciu rádioaktívnych žiaričov.

Aktivity a hmotnostné aktivity, umožňujúce vyňatie rádioaktívnej látky spod administratívnej kontroly			
Nuklid	Aktivita [Bq]	Hmotnostná aktivita [kBq/kg]	Polčas premeny rádionuklidu
<sup>99m</sup> Mo generátor	10 <sup>7</sup>	10 <sup>2</sup>	6,02 h
<sup>99m</sup> Tc	10 <sup>7</sup>	10 <sup>2</sup>	6,01 h
<sup>111</sup> In	10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup>	2,83 h
<sup>123</sup> I	10 <sup>7</sup>	10 <sup>2</sup>	13,2 h
<sup>90</sup> Y	10 <sup>5</sup>	10 <sup>3</sup>	64,1 h
<sup>223</sup> Ra	10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup>	11,4 d
<sup>201</sup> Tl	10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup>	3,04 d
<sup>131</sup> I	10 <sup>6</sup>	10 <sup>2</sup>	8,04 d

## Pracovisko SPECT/CT

Pred samotnou aplikáciou a vyšetrením je pacient poučený o zásadách radiačnej ochrany osôb, ktoré sa budú vyskytovať v jeho bezprostrednej blízkosti.

Pacienti na vyšetrenie pomocou SPECT/CT (6.17) sú pripravovaní v miestnosti aplikácie RF, do ktorej sa pripravená injekcia transportuje z pracoviska prípravy rádiofarmák pomocou tieneneho kontajnera.

Po podaní rádiofarmaka (RF) sa pacient presunie do aktívnej čakárne (6.06) resp. (6.08). Príprava pacienta spolu s vyšetrením trvá v priemere 30-60 minút. Predpokladá sa, že denne sa na pracovisku SPECT/CT (gamakamera II) vyšetří maximálne 10 pacientov.

Po ukončení vyšetrenia pacient odíde do čakárne (6.06) resp. (6.08), kde počká na zníženie aktivity rádiofarmaka na prepúšťaciu úroveň.

## Kvapalné rádioaktívne odpady

Na pracovisku Kliniky nukleárnej medicíny Univerzitnej nemocnice Martin, vznikajú pri prevádzke kvapalné rádioaktívne odpady.

Kritéria na vypúšťanie rádioaktívnych látok do životného prostredia sú uvedené v Zákone NR SR č. 87/2018, príloha č. 5, tabuľka č. 1

Bez osobitného povolenia možno uvádzať rádioaktívne látky do životného prostredia, ak žiadnom kalendárnom roku priemerná efektívna dávka spôsobená ich uvedením do životného prostredia u jednotlivca z kritickej skupiny obyvateľov nepresiahne 10  $\mu$ Sv a súčasne kolektívna efektívna dávka neprekročí 1 manSv. Ak je kolektívna dávka vyššia ako 1 manSv, možno povoliť uvádzanie do životného prostredia na základe výsledkov optimalizačnej štúdie, ktorou sa preukáže, že uvedenie do životného prostredia je optimálnym z hľadiska radiačnej ochrany.

Kritérium v odseku vyššie sa považuje za splnené, ak pri vypúšťaní do verejnej kanalizácie súčet súčinov objemových aktivít jednotlivých vypúšťaných rádionuklidov a konverzných faktorov pre príjem týchto rádionuklidov požitím dospelým jednotlivcom z obyvateľstva (Zákon 87/2018, príloha č. 1, tabuľka č. 12) nie je väčší ako 10<sup>-2</sup> Sv.m<sup>-3</sup>.

Vypúšťanie  $^{99m}\text{Tc}$  do verejnej kanalizácie:

Uvoľňovacia úroveň  $U = a_{\text{obj}} (\text{Bq/m}^3) \cdot h_{\text{ing}} (\text{Sv/Bq})$

Podľa tabuľky č. 12 – konverzný faktor pre  $^{99m}\text{Tc} = 2,2 \cdot 10^{-11} \text{ Sv/Bq}$

V jednom pracovnom dni je vyšetrených **maximálne 10 pacientov**.

Aplikované rádiofarmakum  $^{99m}\text{Tc}$  MDP je max. 800 MBq / jeden pacient.

Podľa farmakokinetiky pre dané RF platí, že 50% aktivity sa vylúči obličkami do 4 hodín, preto sa dá k výpočtu uvoľňovacej úrovne využiť hodnota aktivity 400 MBq.

Výpočet uvoľňovacej úrovne pre jedného pacienta:

Objem nádržky toalety je 10 l na jedno spláchnutie:

Objemová aktivita je  $400 \text{ MBq} / 10 \text{ litrov} = 400 \cdot 10^6 \text{ Bq} / 10^{-2} \text{ m}^3$

$1 \text{ MBq} = 1\,000 \text{ kBq} = 1\,000\,000 \text{ Bq} = 10^6 \text{ Bq}$

$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ l} = 10^3 \text{ l}$

$\text{Bq/m}^3 \cdot \text{Sv/Bq} = \text{Sv/m}^3$

$U_1 = 400 \cdot 10^6 \text{ Bq} / 10^{-2} \text{ m}^3 \cdot 2,2 \cdot 10^{-11} \text{ Sv/Bq} = 0,8800 \text{ Sv} \cdot \text{m}^{-3}$

$U_{10} = U_1 \cdot 10 = 0,8800 \cdot 10 = 8,8 \text{ Sv} \cdot \text{m}^{-3}$

Uvoľňovacia úroveň pre vypúšťanie kvapalných rádioaktívnych odpadov do životného prostredia (verejná kanalizácia) pri vyšetreniach pomocou SPECT/CT (gamakamera II.) s prevádzkou maximálne 10 pacientov denne pri podanej maximálnej aktivite 800 MBq  $^{99m}\text{Tc}$  **nebude prekročená**.

**Uvoľňovanie rádioaktívneho odpadu do verejnej kanalizácie:**

Na klinike nukleárnej medicíny Univerzitnej nemocnice Martin sa aplikuje  $^{131}\text{I}$  ako liečebná modalita, pracovisko má samostatné lôžkové oddelenie s prislúchajúcim zázemím. Z tohto dôvodu je pracovisko (lôžkové aj diagnostické) napojené na štyri deaktivované nádrže likvidačnej stanice rádioaktívnych odpadových vôd (nerieši tento projekt).

**Referenčné body pre výpočet a samotné výpočty pasívnej ochrany pred gama žiarením sú v prílohách k tomuto dokumentu a tvoria jeho neoddeliteľnú súčasť.**

## 6. ZÁVER

Pri realizácii ochranného tienenia pred gama a rtg žiarením na pracovisku gamakamery II. (SPECT/CT) Kliniky nukleárnej medicíny Univerzitnej nemocnice Martin je nutné použiť taký stavebný a tieniaci materiál, aby boli dodržané minimálne ekvivalenty olova, ktoré zabezpečia, že nebude prekročená medzná hodnota pre preukázanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre žiadneho pracovníka (1,0 mSv/rok), alebo obyvateľa (0,1 mSv/rok).

Tieniace vrstvy pozorovacích okienok, dvier a stien sa zreteľne označia. Nápis označujúce hrúbku tieniacich vrstiev, prípadne ekvivalent s uvedením napätia, pri ktorom bol určený (napr, ekvivalent 1,50 mm Pb – 100 kV) sa vyznačia nezmazateľnou farbou, vyrytím, alebo sa vyznačia na tabuľky, ktoré sa pevne pripevňujú na jednotlivé steny, pozorovacie okienka, alebo dvere (Vyhláška MZ SR č. 99/2018, §3, bod 6.).



## Projekt radiačnej ochrany



## Sumár stavebných úprav na pracovisku SPECT/CT (gamakamera II.)

### DVERE:

- medzi vyšetrovňou SPECT/CT (6.17) a ovládačom (6.18) s ekvivalentom olova 2,5 mm.
- medzi vyšetrovňou SPECT/CT (6.17) a chodbou (6.06) s ekvivalentom olova 2,5 mm.
- medzi vyšetrovňou SPECT/CT (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.14) s ekvivalentom olova 2,5 mm.
- medzi ovládačom SPECT/CT (6.18) a chodbou (6.06) s ekvivalentom olova 2,5 mm.

### STENY:

Materiálová skladba stien bola **zistená sondážou**:

Vnútoraná nosná deliaca stena:

- povrchová úprava steny – omietka – 25 mm,
- železobetónové stĺpy a výplňové murivo – **tehla – 500 mm**,
- povrchová úprava steny – omietka – 25 mm

Tieniaca predstena:

- povrchová úprava steny – omietka – 25 mm,
- vyrovnávacia vrstva SDK (1 vrstva) na lep – 12 mm,
- tieniaca vrstva **olova – 6,4 mm**

### PODLAHA:

Materiálová skladba podlahy vyšetrovne gamakamery II. – SPECT/CT (6.17), bola **zistená pomocou sondáže**:

- nášľapná vrstva – LINOLEUM – 5 mm,
- vyrovnávacia vrstva / debnenie – OSB doska – 20 mm,
- tepelná izolácia – POLYSTYRÉN PS – 120 mm,
- tieniaca vrstva **olova - 15 mm**,
- **betónová vrstva – 80 mm**,
- nosná konštrukcia HURDIS (dutá pálená tehla) – 250 mm,
- povrchová úprava stropu – omietka – 25 mm

### POZOROVACIE OKIENKO:

- pozorovacie okno medzi vyšetrovňou gamakamery II. - SPECT/CT (6.17) a ovládačom (6.18) s ekvivalentom olova 2,5 mm.
- pozorovacie okno medzi vyšetrovňou gamakamery II. - SPECT/CT (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.14) s ekvivalentom olova 2,5 mm.

V Košiciach, 2023/08

Ing. Arnold Štubňa, klinický fyzik

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.1 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarovania: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL_Pb (cm)		0,094				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		2,0				
TVL_PT (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	2,36E-002	0,024	1,18	0,01	0,72	0,14	1,03
4,3	2,95E-004	0,000	0,01	-25,63	-15,74	-3,84	-29,66

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	3,67E-009	0,0000	0,020	0,64			
4,3	2,66E-004	0,0003		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0133** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova pod vrstvou sadrokartónu.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.1 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: 131-I					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL_Pb (cm)		0,730			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		3,0			
TVL_PT (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	1,20E-001	0,120	6,02	0,57	7,8	2,34	23,01
4,3	2,95E-004	0,000	0,01	-25,63	-15,74	-3,84	-29,66

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	1,60E-002	0,0160	0,020	0,64			
4,3	2,66E-004	0,0003		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,8134** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova pod vrstvou sadrokartónu.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.2 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL_Pb (cm)		0,094				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		2,0				
TVL_PT (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie:		X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.		2
mAs / snímok		600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)		1,40E-004
TVL_Pb (cm)		14
TVL_NB (cm)		8,6
TVL_BB (cm)		2,1
TVL_PT (cm)		16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)		0
faktor pobytu osôb T (1)		0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,5	2,16E-003	0,002	0,11	-0,09	-9,67	-1,93	-13,73
4,5	2,70E-005	0,000	0	-40,18	-24,68	-6,03	-46,5

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,5	4,72E-006	0,0000	0,020	0,25			
4,5	2,59E-005	0,0000		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0015** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.2 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

<b>Izotop:</b>		<b>131-I</b>				
T <sub>1/2</sub>		8,04 d				
E <sub>γ</sub> (keV)		364				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02				
TVL_Pb (cm)		0,730				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		3,0				
TVL_PT (cm)		29,5				
<b>Aktivita:</b>	MBq	1150				
	GBq	1,15				
	mCi	31				
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

<b>zariadenie:</b>	<b>X-lúče (140 kV)</b>
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,5	1,10E-002	0,011	0,55	-0,19	-2,6	-0,78	-7,66
4,5	2,70E-005	0,000	0	-40,18	-24,68	-6,03	-46,5

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,5	5,00E-003	0,0050	0,020	0,25			
4,5	2,59E-005	0,0000		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,2513** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.3 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarovania: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc			
T <sub>1/2</sub>		6,007 h			
E <sub>γ</sub> (keV)		141			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02			
TVL_Pb (cm)		0,094			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		2,0			
TVL_PT (cm)		14,2			
Aktivita:	MBq	800			
	GBq	0,8			
	mCi	22			
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	2,36E-002	0,024	1,18	0,01	0,72	0,14	1,03
4,3	2,95E-004	0,000	0,01	-25,63	-15,74	-3,84	-29,66

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	5,17E-005	0,0001	0,020	0,25			
4,3	2,83E-004	0,0003		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0168** za 50 týždňov.

**Záver:**

Pozorovacie okno medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.18 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **1.3 - 6.17 / 6.18**

Medzná hodnota ožiarovania: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL_Pb (cm)		0,730			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		3,0			
TVL_PT (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	1,20E-001	0,120	6,02	0,57	7,8	2,34	23,01
4,3	2,95E-004	0,000	0,01	-25,63	-15,74	-3,84	-29,66

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
4,3	5,48E-002	0,0548	0,020	0,25			
4,3	2,83E-004	0,0003		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **2,7519** za 50 týždňov.

**Záver:**

Pozorovacie okno medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom (6.18) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.



## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **2.1 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarovania: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL_Pb (cm)		0,094				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		2,0				
TVL_PT (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,7	3,19E-002	0,032	1,6	0,02	2,03	0,41	2,88
3,7	3,99E-004	0,000	0,02	-23,8	-14,62	-3,57	-27,54

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,7	4,96E-009	0,0000	0,020	0,64			
3,7	3,59E-004	0,0004		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0179** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **2.1 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL_Pb (cm)		0,730			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		3,0			
TVL_PT (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,7	1,63E-001	0,163	8,14	0,66	9,1	2,73	26,86
3,7	3,99E-004	0,000	0,02	-23,8	-14,62	-3,57	-27,54

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,7	2,16E-002	0,0216	0,020	0,64			
3,7	3,59E-004	0,0004		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **1,0986** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
referenčný bod č.: **2.2 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,094				
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10				
TVL <sub>BB</sub> (cm)		2,0				
TVL <sub>PT</sub> (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie:	X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,6	3,37E-003	0,003	0,17	-0,07	-7,73	-1,55	-10,98
3,6	4,21E-005	0,000	0	-37,47	-23,02	-5,62	-43,36

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,6	7,38E-006	0,0000	0,020	0,25			
3,6	4,04E-005	0,0000		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0024** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **2.2 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL_Pb (cm)		0,730			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		3,0			
TVL_PT (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		0,1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,6	1,72E-002	0,017	0,86	-0,05	-0,66	-0,2	-1,94
3,6	4,21E-005	0,000	0	-37,47	-23,02	-5,62	-43,36

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,6	7,81E-003	0,0078	0,020	0,25			
3,6	4,04E-005	0,0000		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,3926** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ochrannou vrstvou 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **2.3 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarenia: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc			
T <sub>1/2</sub>		6,007 h			
E <sub>γ</sub> (keV)		141			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02			
TVL_Pb (cm)		0,094			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		2,0			
TVL_PT (cm)		14,2			
Aktivita:	MBq	800			
	GBq	0,8			
	mCi	22			
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,4	3,78E-002	0,038	1,89	0,03	2,76	0,55	3,92
3,4	4,72E-004	0,000	0,02	-22,78	-13,99	-3,42	-26,35

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,4	8,27E-005	0,0001	0,020	0,25			
3,4	4,53E-004	0,0005		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0268** za 50 týždňov.

**Záver:**

Pozorovacie okno medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ekvivalentom 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.15 - vyšetrovňa SPECT/CT (ovládač)**  
 referenčný bod č.: **2.3 - 6.17 / 6.15**

Medzná hodnota ožiarovania: **1 mSv / rok - pracovník**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL_Pb (cm)		0,730			
TVL_NB (cm)		10			
TVL_BB (cm)		3,0			
TVL_PT (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie:		X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.		2
mAs / snímok		600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)		1,40E-004
TVL_Pb (cm)		14
TVL_NB (cm)		8,6
TVL_BB (cm)		2,1
TVL_PT (cm)		16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)		0
faktor pobytu osôb T (1)		1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,4	1,93E-001	0,193	9,63	0,72	9,84	2,95	29,02
3,4	4,72E-004	0,000	0,02	-22,78	-13,99	-3,42	-26,35

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,4	2,12E-002	0,0212	0,020	0,7			
3,4	4,21E-004	0,0004		0,7			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **1,0801** za 50 týždňov.

**Záver:**

Pozorovacie okno medzi vyšetrovňou (6.17) a ovládačom gamakamery I. (6.15) s ekvivalentom 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
referenčný bod č.: **3.1 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,094				
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10				
TVL <sub>BB</sub> (cm)		2,0				
TVL <sub>PT</sub> (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
	príkon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie:	X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	5,19E-003	0,005	2,6	0,04	4,14	0,83	5,89
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	1,14E-005	0,0000	0,002	0,25			
2,9	6,23E-005	0,0001		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0037** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ekvivalentom 2,5 mm olova.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
referenčný bod č.: **3.1 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarovania: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,730			
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10			
TVL <sub>BB</sub> (cm)		3,0			
TVL <sub>PT</sub> (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	príkon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		0,1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	2,65E-002	0,026	13,24	0,82	11,22	3,37	33,1
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	1,20E-002	0,0120	0,002	0,25			
2,9	6,23E-005	0,0001		0,25			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,6050** za 50 týždňov.

**Záver:**

Dvere medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ekvivalentom 2,5 mm olova.



## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
referenčný bod č.: **3.2 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarovania: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> prikon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,094				
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10				
TVL <sub>BB</sub> (cm)		2,0				
TVL <sub>PT</sub> (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
	prikon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie:		X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.		2
mAs / snímok		600
dávkv.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)		1,40E-004
TVL_Pb (cm)		14
TVL_NB (cm)		8,6
TVL_BB (cm)		2,1
TVL_PT (cm)		16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)		1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)		0
faktor pobytu osôb T (1)		0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	5,19E-003	0,005	2,6	0,04	4,14	0,83	5,89
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	1,56E-006	0,0000	0,002				50
2,9	5,32E-008	0,0000					50

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0001** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) z plnej tehly hrúbky 50 cm a železobetónových slpov.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
referenčný bod č.: **3.2 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarovania: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> prikon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop: <b>131-I</b>					
T <sub>1/2</sub>		8,04 d			
E <sub>γ</sub> (keV)		364			
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02			
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,730			
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10			
TVL <sub>BB</sub> (cm)		3,0			
TVL <sub>PT</sub> (cm)		29,5			
Aktivita:	MBq	1150			
	GBq	1,15			
	mCi	31			
	prikon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02			
faktor smeru žiarenia U (1)		1			
faktor pobytu osôb T (1)		0,1			
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1			

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	2,65E-002	0,026	13,24	0,82	11,22	3,37	33,1
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	5,35E-004	0,0005	0,002				50
2,9	5,32E-008	0,0000					50

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0267** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) z plnej tehly hrúbky 50 cm a železobetónových slpov.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
 referenčný bod č.: **3.21 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL_Pb (cm)		0,094				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		2,0				
TVL_PT (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie:	X-lúče (140 kV)
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL_Pb (cm)	14
TVL_NB (cm)	8,6
TVL_BB (cm)	2,1
TVL_PT (cm)	16,2
efaktívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	5,19E-003	0,005	2,6	0,04	4,14	0,83	5,89
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tienným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	8,07E-010	0,0000	0,002	0,64			
2,9	5,84E-005	0,0001		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0029** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova za sadrokartónom.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
 referenčný bod č.: **3.21 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  prikon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

<b>Izotop:</b>		<b>131-I</b>				
T <sub>1/2</sub>		8,04 d				
E <sub>γ</sub> (keV)		364				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02				
TVL_Pb (cm)		0,730				
TVL_NB (cm)		10				
TVL_BB (cm)		3,0				
TVL_PT (cm)		29,5				
<b>Aktivita:</b>	MBq	1150				
	GBq	1,15				
	mCi	31				
	prikon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		0,1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

<b>zariadenie:</b>		<b>X-lúče (140 kV)</b>
počet vyšetrení / hod.		2
mAs / snímok		600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)		1,40E-004
TVL_Pb (cm)		14
TVL_NB (cm)		8,6
TVL_BB (cm)		2,1
TVL_PT (cm)		16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)		0
faktor pobytu osôb T (1)		0,1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	2,65E-002	0,026	13,24	0,82	11,22	3,37	33,1
2,9	6,49E-005	0,000	0,03	-20,84	-12,8	-3,13	-24,12

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,9	3,52E-003	0,0035	0,002	0,64			
2,9	5,84E-005	0,0001		0,64			

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,1788** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova za sadrokartónom.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
referenčný bod č.: **3.22 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc	99-Tc	99-Tc	99-Tc	67-Ga
T½		6,007 h	6,007 h	6,007 h	6,007 h	3,261 d
Eγ (keV)		141	141	141	141	185
Kγ (mSv.m² / h GBq)		1,680E-02	1,680E-02	1,680E-02	1,680E-02	2,160E-02
TVL_Pb (cm)		0,094	0,094	0,094	0,094	0,730
TVL_NB (cm)		10	10	10	10	13
TVL_BB (cm)		2,0	2,0	2,0	2,0	8,0
TVL_PT (cm)		14,2	14,2	14,2	14,2	18,5
Aktivita:	MBq	800	800	800	800	800
	GBq	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	mCi	22	22	22	22	22
	prikon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m2 / h)	1,344E-02	1,344E-02	1,344E-02	1,344E-02	1,728E-02
faktor smeru žiarenia U (1)		1	1	1	1	1
faktor pobytu osôb T (1)		1	1	1	1	1
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1	1	1	1	1

zariadenie:	
počet vyšetrení / hod.	
mAs / snímok	
dávka ekv. (mSv.m² / mAs)	
TVL_Pb (cm)	
TVL_NB (cm)	
TVL_BB (cm)	
TVL_PT (cm)	
efaktívna dávka v 1m (mSv.m2 / h)	
faktor smeru žiarenia U (1)	
faktor pobytu osôb T (1)	

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,1	4,55E-002	0,175	87,3	0,18	19,41	3,88	27,56
3,5	0,04						
4	0,03						
4	0,03						
3,8	0,04						

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,1	7,06E-009	0,0000	0,002	0,64			
3,5	0						
4	0						
4	0						
3,8	0						

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0000** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova za sadrokartónom.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.06 - čakáreň aplikovaných pacientov**  
 referenčný bod č.: **3.22 - 6.17 / 6.06**

Medzná hodnota ožiarovania: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
 Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
 $r_i$  vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
 U faktor smeru žiarenia  
 T faktor pobytu osôb  
 P faktor premeny rádionuklidu  
 $H_{\max}$  najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
 $H_n$  príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
 $H_i$  veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
 $H_0$  veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti  $r_i$  (mSv)  
 $s_j$  navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
 $z_j$  vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:	99-Tc	99-Tc	99-Tc	131-I
T <sub>1/2</sub>	6,007 h	6,007 h	6,007 h	8,04 d
E <sub>γ</sub> (keV)	141	141	141	364
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)	1,680E-02	1,680E-02	1,680E-02	5,960E-02
TVL_Pb (cm)	0,094	0,094	0,094	0,730
TVL_NB (cm)	10	10	10	10
TVL_BB (cm)	2,0	2,0	2,0	3,0
TVL_PT (cm)	14,2	14,2	14,2	29,5
Aktivita:	MBq	800	800	1150
	GBq	0,8	0,8	1,15
	mCi	22	22	31
	príkon efektívnej dávky $H_n$ v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,344E-02	1,344E-02	1,344E-02
faktor smeru žiarenia U (1)		1	1	1
faktor pobytu osôb T (1)		1	1	1
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1	1	1

zariadenie:	
počet vyšetrení / hod.	
mAs / snímok	
dávk.ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	
TVL_Pb (cm)	
TVL_NB (cm)	
TVL_BB (cm)	
TVL_PT (cm)	
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	
faktor smeru žiarenia U (1)	
faktor pobytu osôb T (1)	

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarovania:

$r_i$ (m)	$H_0$ (mSv)	$H_0$ (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,1	4,55E-002	0,248	123,82	0,2	20,93	4,19	29,72
3,5	0,04						
4	0,03						
4	0,14						

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

$r_i$ (m)	$H_i$ (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarovania za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
3,1	7,06E-009	0,0000	0,002	0,64			
3,5	0						
4	0						
4	0						

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0000** za 50 týždňov.

**Záver:**

Stena medzi vyšetrovňou (6.17) a čakárňou aplikovaných pacientov (6.05) s ochrannou vrstvou 6,4 mm olova za sadrokartónom.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.17 - vyšetrovňa gamakamera II.**  
referenčný bod č.: **4.1 - 6.17 / miestnosť pod**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**

Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

Izotop:		99-Tc				
T <sub>1/2</sub>		6,007 h				
E <sub>γ</sub> (keV)		141				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		1,680E-02				
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,094				
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10				
TVL <sub>BB</sub> (cm)		2,0				
TVL <sub>PT</sub> (cm)		14,2				
Aktivita:	MBq	800				
	GBq	0,8				
	mCi	22				
príkon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,344E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

zariadenie: X-lúče (140 kV)	
počet vyšetrení / hod.	2
mAs / snímok	600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)	1,40E-004
TVL <sub>Pb</sub> (cm)	14
TVL <sub>NB</sub> (cm)	8,6
TVL <sub>BB</sub> (cm)	2,1
TVL <sub>PT</sub> (cm)	16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)	0
faktor pobytu osôb T (1)	1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,7	5,99E-002	0,060	29,96	0,14	14,77	2,95	20,97
2,7	7,49E-005	0,000	0,04	-19,97	-12,27	-3	-23,11

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,7	1,05E-018	0,0000	0,002	1,5	8		
2,7	6,87E-006	0,0000		1,5	8		

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0003** za 50 týždňov.

**Záver:**

Podlaha vyšetrovne (6.17) s ochrannou vrstvou 15 mm olova a 8,0 cm normálneho betónu a ostatnými konštrukciami podlahy.

## Výpočet pasívnej ochrany pred ionizujúcim žiarením

miestnosť č.: **6.17 - vyšetrovňa gamakamera II.**  
referenčný bod č.: **4.1 - 6.17 / miestnosť pod**

Medzná hodnota ožiarenia: **0,1 mSv / rok - obyvateľ**  
Metodika výpočtu:

$$H_i = (t \cdot H_n \cdot U \cdot T \cdot P / r_i^2) \cdot 10^{-\sum(s_j/z_j)}$$

t pracovný fond v týždni (h) (celkový časový fond za týždeň = 5 dní x 6,5 hodín = 32,5 hodín)  
r<sub>i</sub> vzdialenosť referenčného bodu od izocentra (m)  
U faktor smeru žiarenia  
T faktor pobytu osôb  
P faktor premeny rádionuklidu  
H<sub>max</sub> najvyššia prípustná efektívna dávka za týždeň (mSv)  
H<sub>n</sub> príkon efektívnej dávky vo vzdialenosti 1m od netieneného zdroja žiarenia (mSv.m<sup>2</sup> / h)  
H<sub>i</sub> veľkosť efektívnej dávky na mieste chránenom zvoleným tienením, ktoré sa skladá z rôznych hrubých vrstiev rôzneho materiálu  
H<sub>0</sub> veľkosť efektívnej dávky na nechránenom mieste vo vzdialenosti r<sub>i</sub> (mSv)  
s<sub>j</sub> navrhovaná hrúbka tieniaceho materiálu (cm)  
z<sub>j</sub> vrstva desaťnásobného zoslabenia materiálu TVL (cm)

Fyzikálne charakteristiky zdroja žiarenia:

<b>Izotop:</b>		<b>131-I</b>				
T <sub>1/2</sub>		8,04 d				
E <sub>γ</sub> (keV)		364				
K <sub>γ</sub> (mSv.m <sup>2</sup> / h GBq)		5,960E-02				
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		0,730				
TVL <sub>NB</sub> (cm)		10				
TVL <sub>BB</sub> (cm)		3,0				
TVL <sub>PT</sub> (cm)		29,5				
<b>Aktivita:</b>	MBq	1150				
	GBq	1,15				
	mCi	31				
	príkon efektívnej dávky H <sub>n</sub> v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)	6,854E-02				
faktor smeru žiarenia U (1)		1				
faktor pobytu osôb T (1)		1				
faktor premeny rádionuklidu P (1)		1				

<b>zariadenie:</b>		<b>X-lúče (140 kV)</b>
počet vyšetrení / hod.		2
mAs / snímok		600
dávka ekv. (mSv.m <sup>2</sup> / mAs)		1,40E-004
TVL <sub>Pb</sub> (cm)		14
TVL <sub>NB</sub> (cm)		8,6
TVL <sub>BB</sub> (cm)		2,1
TVL <sub>PT</sub> (cm)		16,2
efektívna dávka v 1m (mSv.m <sup>2</sup> / h)		1,68E-001
faktor smeru žiarenia U (1)		0
faktor pobytu osôb T (1)		1

Výpočet potrebných tieniacich vrstiev pri zoslabení na medznú hodnotu ožiarenia:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>0i</sub> (mSv)	H <sub>0</sub> (mSv)	zoslabenie na medznú hodnotu	Vypočítané vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,7	3,06E-001	0,306	152,78	1,59	21,84	6,55	64,43
2,7	7,49E-005	0,000	0,04	-19,97	-12,27	-3	-23,11

Navrhované tienenie a výpočet efektívnej dávky za tieneným miestom:

r <sub>i</sub> (m)	H <sub>i</sub> (mSv)	H (mSv)	medzná hodnota ožiarenia za týždeň (mSv)	Navrhnuté alebo existujúce vrstvy tienenia (cm)			
				olovo (11,34 g/cm <sup>3</sup> )	normálny betón (2,2 – 2,4 g/cm <sup>3</sup> )	baryt betón (3,2 – 3,8 g/cm <sup>3</sup> )	plná tehla (1,6 g/cm <sup>3</sup> )
2,7	4,27E-004	0,0004	0,002	1,5	8		
2,7	6,87E-006	0,0000		1,5	8		

Celkový ročný dávkový ekvivalent (mSv) = **0,0217** za 50 týždňov.

**Záver:**

Podlaha vyšetrovne (6.17) s ochrannou vrstvou 15 mm olova a 8,0 cm normálneho betónu a ostatnými konštrukciami podlahy.