

# **Projekt radiačnej ochrany**

## **Stanovenie pasívnej ochrany pred RTG žiarením** **pre pracovisko počítačového tomografu**

Názov stavby :

Prístavba CT pracoviska

Miesto stavby:

**Národný onkologický ústav**  
Klenová 1, Bratislava

Projekt spracoval:

*Ing. Peter Orviský, Ústav radiačnej ochrany s.r.o.*

Dátum:

*8.9.2016*

## **1. Zadanie**

Predmetom tohto projektu je stanovenie potrebného stupňa pasívnej ochrany pred röntgenovým žiarením na rádiologickom pracovisku počítačového tomografu, 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 röntgenovým žiarením na pracovisku.

Projekt je realizovaný v súlade s požiadavkami na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany v zmysle nariadenia vlády SR č.340/2006 Z.z.

## **2. Východzie podklady**

Pri spracovaní pasívnej ochrany pred röntgenovým žiarením na rádiologickom pracovisku s počítačovým tomografom sa vychádzalo z nasledovných podkladov:

1. Radiačné parametre rtg prístroja a maximálne hodnoty ekvivalentnej dávky rozptýleného röntgenového žiarenia v okolí röntgenového zariadenia.
2. Stavebné a dispozičné riešenie pracoviska s rtg prístrojom.
3. Základné platné limity ožiarenia pre pracovníkov a jednotlivcom z obyvateľstva podľa nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z.z. „O základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením“ a smerné hodnoty ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pri činnostiach vedúcich k ožiareniu podľa nariadenia vlády SR č. 340/2006 Z.z. „O ochrane zdravia osôb pred nepriaznivými účinkami ionizujúceho žiarenia pri lekárskom ožiarení“.
4. Prevádzkové a technické parametre rtg prístroja.

### **Dispozičné riešenie rádiologického pracoviska:**

Zariadenie pre počítačovú tomografiu bude umiestnené v samostatnej rádiologickej vyšetrovni (miestnosť 1.03). Vyšetrovňa priamo susedí s : ovládačom (miestnosť 1.04), chodbou (miestnosť 1.06), popisovňou (1.02), technickou miestnosťou (miestnosť 1.01), miestnosťou vzduchotechniky a telefónnou ústredňou. Nad pracoviskom sa nachádzajú priestory nemocnice a pod sú priestory strojovne vzduchotechniky.

### **Radiačné parametre počítačového tomografu a plánovaný rozsah prevádzky**

Prevádzkové hodnoty röntgenového žiariča: napätie 125 kV, filtrácia minimálne 2,5 mm Al. Vzdialenosť od ohniska rtg lampy po pacienta je približne 50 cm. Priemerné týždenné prevádzkové zaťaženie na pracovisku je 20000 mA.min (1 200 000 mAs ) týždenne. Radiačná výťažnosť rtg žiariča  $\Gamma$  je 12 mSv/mA.min. Maximálna hodnota ekvivalentnej dávky röntgenového žiarenia vo vzdialenosti 1 m od ohniska rtg lampy je teda 240 000 mSv za týždeň, resp.  $H_T = 12\,000\,000$  mSv za rok.

## **3. Limity ožiarenia a smerné hodnoty pre preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany**

Limitom ožiarenia pracovníkov so zdrojmi ionizujúceho žiarenia podľa nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z.z. „O základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením“ je efektívna dávka 100 mSv počas piatich za sebou nasledujúcich kalendárnych rokov (v priemere 20 mSv/rok), pričom efektívna dávka v žiadnom kalendárnom roku nesmie prekročiť 50 mSv.

Limitom ožiarenia obyvateľov podľa nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z.z. „O základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením“ je efektívna dávka 1 mSv za kalendárny rok.

Limitom ožiarenia praktikantov a študentov medzi 16 a 18 rokom života podľa nariadenia vlády SR č. 345/2006 Z.z. „O základných bezpečnostných požiadavkách na ochranu zdravia pracovníkov a obyvateľov pred ionizujúcim žiarením“ je efektívna dávka 6 mSv za kalendárny rok.

Smerné hodnoty ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pri činnostiach vedúcich k ožiareniu podľa nariadenia vlády SR č. 340/2006 Z.z. „O ochrane zdravia osôb pred nepriaznivými účinkami ionizujúceho žiarenia pri lekárskom ožiarení“ sú:

- a) efektívna dávka pracovníka so zdrojmi ionizujúceho žiarenia 1 mSv v kalendárnom roku,
- b) efektívna dávka iných osôb (obyvateľov) 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 zo smerných hodnôt ani u jednej osoby prekročená.

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

Smerné 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 ochrany

Stavebno-technické riešenie vyšetrovne a ochranných tieniacich vrstiev musí zabezpečiť, že miestnosti príslušné k vyšetrovni budú chránené takými ochrannými tieniacimi vrstvami, ktoré zabezpečia, že nebudú prekročené smerné hodnoty ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre pracovníkov resp. pre jednotlivcov z obyvateľstva.

Pri stanovení ochranných tieniacich vrstiev sa vychádzalo z metodiky stanovenej v norme DIN 6812. Pritom sa vychádzalo z maximálneho prevádzkového zaťaženia röntgenového žiariča, zohľadnil sa faktor smeru žiarenia U a faktor pobytu osôb v príslušných miestnostiach T.

**Faktor smeru žiarenia** U zohľadňuje pravdepodobnosť smerovania zväzku röntgenového žiarenia na chránenú oblasť. Pri výpočte ochranného tienenia sa používa faktor smeru žiarenia:

- U = 1,0 ak zväzok rtg žiarenia smeruje na chránenú oblasť
- U = 0,1 táto hodnota platí pre steny a stropy vyšetrovne, na ktoré nie je smerovaný užitočný zväzok viac ako 10% celkového týždenného prevádzkového zaťaženia röntgenového žiariča
- U = 0 táto hodnota platí pre steny a stropy vyšetrovne u ktorých je vylúčené aby na ne bol nasmerovaný užitočný zväzok röntgenového žiariča

**Faktor pobytu T** zohľadňuje očakávanú dobu pobytu osôb v chránenej oblasti, priliehajúcej k vyšetrovni. Pri výpočte ochranného tienia sa používa faktor pobytu:

- T = 1,0 pre miesta pobytu pracovníkov v kontrolovanom pásme a pre pracovné a pobytové priestory mimo kontrolovaného pásma (napr. kancelárie, dielne, laboratória, lôžkové izby pacientov, byty a pod.)
- T = 0,3 pre vonkajšie komunikačné miesta mimo kontrolovaného pásma, ktoré priliehajú priamo k vyšetrovni alebo obsluhovni (napr. chodníky na ulici a pod.)
- T = 0,1 pre miesta mimo kontrolovaného pásma, ktoré priliehajú k vyšetrovni, v ktorých sa osoby nezdržiavajú viac ako 10% prevádzkového času röntgenového žiariča (napr. chodby, toalety, prezliekacie kabíny pre pacientov, záchody, čakárne)
- T = 0 pre miesta, kde je vylúčené aby sa niekto mohol zdržiavať počas prevádzky röntgenového zariadenia a pre miesta, kde sa okrem pacienta nesmie nikto zdržiavať.

Pre týždenný prevádzkový režim sa uvažuje s konzervatívnym prístupom, a to, že pracovníci budú pracovať s uvedeným zariadením počas celej pracovnej doby (40 hodín týždenne) pri nominálnych prevádzkových hodnotách röntgenového žiariča.

Vzhľadom na charakter činnosti počítačového tomografu je primárny zväzok röntgenového žiarenia vyclonený v úzkom zväzku do vnútra vyšetrovacieho objemu, a preto za žiadnych okolností nemôže byť nasmerovaný do okolitých priestorov (na steny, strop a podlahu vyšetrovne). Smerový faktor pre primárny zväzok röntgenového žiarenia  $U = 0$ . Riziko ožiarenia v okolí preto predstavuje len neúčinné röntgenové žiarenie.

**Stupeň zoslabenia F pre neúčinné röntgenové žiarenie** je definovaný vzťahom:

$$F = (H_T \cdot U \cdot T \cdot k \cdot f_d) / (H_{max} \cdot r^2)$$

- kde:
- $H_{max}$  je najvyššia prípustná ekvivalentná dávka pre pracovníkov resp. jednotlivcov z obyvateľstva
  - $r$  je vzdialenosť chráneného miesta od centra rozptylu rtg žiarenia (m)
  - $H_T$  je maximálna hodnota ekvivalentnej dávky röntgenového žiarenia vo vzdialenosti 1 m od rtg lampy
  - $k$  je koeficient rozptylu ( $k = 0,0001 \text{ m}^2$ )
  - $f_d$  je koeficient prepočtu rozptýleného žiarenia na neúčinné  $f_d = 3$  pre CT
  - $U$  je faktor smeru žiarenia (pre rozptýlené žiarenie  $U = 1$ )
  - $T$  je faktor pobytu osôb

### Stanovenie hrúbky tieniaceho materiálu :

Pre vypočítanú hodnotu stupňa zoslabenia  $F$  pre zväzok rozptýleného röntgenového žiarenia podľa vyššie uvedeného postupu sa stanoví požadovaná hrúbka tieniacej vrstvy v ekvivalente olova pre danú energiu röntgenového žiarenia podľa DIN 6812.

V prípade, že vypočítaný stupeň zoslabenia pre neužitočné röntgenové žiarenie  $F$  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 röntgenového žiarenia stanovujú z tabuľky v citovanej norme (uvedené v prílohe).

### 5. Referenčné body pre stanovenie ochrany

Referenčné body pre stanovenie ochrany v okolí vyšetrovne s počítačovým tomografom boli stanovené z dispozičného riešenia pracoviska.

Referenčný bod (chránené miesto)		Vzdialenosť chráneného miesta od ohniska rtg žiariča $r$ (m)	Najvyššia prípustná ekvivalentná dávka za rok $H_{max}$ (mSv)	Smerový faktor pre rozptýlené žiarenie $U_R$ a únikové žiarenie $U_U$	Faktor pobytu $T$
1.	Obsluhovňa (miestnosť 1.04) za pozorovacím okienkom	3,0	1	1	1
2.	Obsluhovňa (miestnosť 1.04) za stenou	3,0	1	1	1
3.	Popisovňa (miestnosť 1.02) za stenou	2,0	1	1	1
4.	Technická miestnosť (miestnosť 1.01) za stenou	2,0	0,1	1	0,1
5.	Technická miestnosť (miestnosť 1.01) za dverami	2,0	0,1	1	0,1
6.	Chodba (miestnosť 1.06) za stenou	4,0	0,1	1	0,1
7.	Chodba (miestnosť 1.06) za dverami	4,0	0,1	1	0,1
8.	Strojovňa vzduchotechniky za stenou	1,5	0,1	1	0,1
9.	Telefónna ústredňa za stenou	2,0	0,1	1	0,1
10.	Miestnosť pod pracoviskom	1,5	0,1	1	0,1
11.	Miestnosť nad pracoviskom	2,0	0,1	1	1

Vzdialenosť k jednotlivým referenčným bodom bola stanovená z projektovej dokumentácie stavebnej časti pracoviska a z dispozičného riešenia pracoviska, vrátane miesta umiestenia a orientácie počítačového tomografu.

## 6. Výpočet tienenia

### Používaný zdroj ionizujúceho žiarenia:

Napätie na röntgenovej lampe:

Filtrácia :

Vzdialenosť ohnisko – teleso rozptylu d

Radiačná výťažnosť rtg žiariča  $\Gamma$

Týždenné prevádzkové zaťaženie W

Maximálna týždenná ekvivalentná dávka vo vzdialenosti 1 m

Maximálna ročná ekvivalentná dávka vo vzdialenosti 1 m

Koeficient rozptylu k primárneho zväzku žiarenia

Koeficient prepočtu rozptýleného žiarenia na neužitočné

### Počítačový tomograf

125 kV

2,5 mm Al

0,5 m

12 mSv/mA.min

20000 mAs

240000 mSv

12000000 mSv

0,0001 m2

3

Referenčný bod (chránené miesto)		Vzdialenosť chráneného miesta od ohniska rtg žiariča r (m)	Najvyššia prípustná ekvivalentná dávka za rok Hmax (mSv)	Smerový faktor pre rozptýlené žiarenie $U_R$ a únikové žiarenie $U_U$	Faktor pobytu T	Vypočítaný celkový koeficient zoslabenia pre neužitočné žiarenie $F_R$	Ekvivalent olova tieniaceho materiálu (mm)	Ekvivalenty olova tieniaceho materiálu odporúčané NV č.340/2006 (mm)
1.	Obsluhovňa (miestnosť 1.04) za pozorovacím okienkom	3,0	1	1	1	400	1,60	1,40
2.	Obsluhovňa (miestnosť 1.04) za stenou	3,0	1	1	1	400	1,60	1,40
3.	Popisovňa (miestnosť 1.02) za stenou	2,0	1	1	1	900	1,90	1,70
4.	Technická miestnosť (miestnosť 1.01) za stenou	2,0	0,1	1	0,1	900	1,90	1,70
5.	Technická miestnosť (miestnosť 1.01) za dverami	2,0	0,1	1	0,1	900	1,90	1,70
6.	Chodba (miestnosť 1.06) za stenou	4,0	0,1	1	0,1	225	1,30	1,20
7.	Chodba (miestnosť 1.06) za dverami	4,0	0,1	1	0,1	225	1,30	1,20
8.	Strojovňa vzduchotechniky za stenou	1,5	0,1	1	0,1	1600	2,10	1,80
9.	Telefónna ústredňa za stenou	2,0	0,1	1	0,1	900	1,90	1,70
10.	Miestnosť pod pracoviskom	1,5	0,1	1	0,1	1600	2,10	1,70
11.	Miestnosť nad pracoviskom	2,0	0,1	1	1	9000	2,90	2,50

## Požiadavky na zabezpečenie statickej ochrany pred röntgenovým žiarením na rtg pracovisku

### Steny vyšetrovne:

**1. Stena medzi CT vyšetrovňou a obsluhovňou** (miestnosť 1.04, referenčný bod č. 1) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,60 mm Pb**.

- stena bude vytvorená z plnej tehly hrúbky 14 cm, na ktorej sa bude nachádzať Ba omietka hrúbky 2 cm – celkový ekvivalent po doplnení dodatočnej ochrany 2,5 mm Pb pri 125 kV,

**2. Stena medzi CT vyšetrovňou a popisovňou** (miestnosť 1.02, referenčný bod č. 3) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,90 mm Pb**.

- stena bude vytvorená z plnej tehly hrúbky 14 cm, na ktorej sa bude nachádzať Ba omietka hrúbky 2 cm – celkový ekvivalent po doplnení dodatočnej ochrany 2,5 mm Pb pri 125 kV,

**3. Stena medzi CT vyšetrovňou a technickou miestnosťou** (miestnosť 1.01, referenčný bod č. 4) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,90 mm Pb**.

- stena bude vytvorená z plnej tehly hrúbky 14 cm, na ktorej sa bude nachádzať Ba omietka hrúbky 2 cm – celkový ekvivalent po doplnení dodatočnej ochrany 2,5 mm Pb pri 125 kV,

**4. Stena medzi CT vyšetrovňou a chodbou** (miestnosť 1.06, referenčný bod č. 6) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,30 mm Pb**.

- stena bude vytvorená z plnej tehly hrúbky 14 cm, na ktorej sa bude nachádzať Ba omietka hrúbky 2 cm – celkový ekvivalent po doplnení dodatočnej ochrany 2,5 mm Pb pri 125 kV,

**5. Stena medzi CT vyšetrovňou a strojovňou vzduchotechniky** (referenčný bod č. 8) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 2,10 mm Pb**.

- na pôvodné murivo je potrebné doplniť Ba omietku hrúbky 2 cm,

**6. Stena medzi vyšetrovňou a telefónnou ústredňou** (referenčný bod č. 9) : požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 2,10 mm Pb**.

- na pôvodné murivo je potrebné doplniť Ba omietku hrúbky 2 cm,

### Podlaha vyšetrovne:

**Podlaha vyšetrovne:** požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 2,1 mm Pb**, čo pri 125 kV zodpovedá betónu hrúbky 18 cm.

**Strop vyšetrovne:**

**Strop vyšetrovne:** požadovaný ekvivalent olova stavebného materiálu pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 2,9 mm Pb**, čo pri 125 kV zodpovedá betónu hrúbky 22 cm.

**Poznámka :** Pred začatím stavebných prác je potrebné zistiť presné zloženie podlahy a stropu.

**Pozorovacie okno v obsluhovni:**

Požadovaný ekvivalent olova pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,60 mm Pb** pri 125 kV.

**Dvere vyšetrovne:**

1. **Dvere medzi vyšetrovňou a technickou miestnosťou** ( miestnosť 1.01, referenčný bod č.5): požadovaný ekvivalent olova pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,90 mm**.
2. **Dvere medzi vyšetrovňou a chodbou** (miestnosť 1.06, referenčný bod č.7): požadovaný ekvivalent olova pre potrebnú ochranu pred röntgenovým žiarením je **minimálne 1,30 mm**.



## **Záver:**

Pri realizácii ochranného tienenia na pracovisku počítačového tomografu je nutné použiť taký stavebný a tieniaci materiál, aby boli dodržané minimálne ekvivalenty olova (pre energiu 125 kV), ktoré zabezpečia, že nebude prekročená smerná hodnota pre preukázanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre žiadneho pracovníka (1 mSv/rok), alebo obyvateľa (100 µSv/rok).

## **Na pracovisku je potrebné vykonať nasledujúce opatrenia :**

- zárubne dverí v miestnosti skiaskopickej vyšetrovne je nutné zaliať betónom
- prestupy rozvodov v stenách rádiologického pracoviska je potrebné riešiť nasledovne :
  1. potrubia VZT je potrebné obaliť z bočných strán a spodnej strany oloveným plechom hrúbky 1 mm do vzdialenosti 0,5m od steny dovnútra RTG vyšetrovne,
  2. káblový kanál v podlahe : kryt kanála musí byť opatrený oloveným plechom hrúbky 1 mm do vzdialenosti 0,5 m od steny dovnútra RTG vyšetrovne,
  3. prestupy trubiek (kúrenie, vodoinštalácia, káble) : otvor v stene, v ktorom je trubka vložená, je potrebné opatriť zvnútra RTG vyšetrovne manžetou z oloveného plechu hrúbky 1 mm, aby sa prekryl voľný priestor okolo trubky.
- na viditeľnom mieste stien vyšetrovne vrátane dvier a stropu musí byť trvale a zreteľne vyznačená hrúbka a druh materiálu ochrannej tieniacej vrstvy príslušnej časti steny, stropu, prípadne ekvivalent s uvedením napätia pri ktorom bol určený (napr. ekvivalent 1,50 mm Pb – 125 kV). Na označenie sa použije nezmývatelná farba a najmenej 3 cm vysoké písmená, prípadne i trvale pripevnené kovové, plastické tabuľky alebo štítky.
- vstup na pracovisko musí byť označený symbolom „Pozor. Nebezpečné neviditeľné žiarenie !“
- vstupné dvere z kabínok do vyšetrovne musia byť vybavené zo strany kabínok slepou kľučkou (gul'ou)

## Hrúbky rozličných stavebných tieniacich materiálov (Podľa DIN 6812)

Hrúbka olova mm	Hrúbka tieniaceho materiálu v mm, na dosiahnutie rovnakého zoslabenia, pre rozličné napätie röntgenovej lampy kV					
	50	100	150	200	250	300
<b>Pórobetón (0.63 g/cm<sup>3</sup>)</b>						
0.2	84	66	82	92	77	86
0.4	180	120	160	145	135	130
0.6	280	170	230	200	180	170
0.8	380	220	280	260	230	210
1.0	480	270	340	310	270	240
1.2	x	310	400	360	310	270
1.4	x	350	450	410	340	300
1.6	x	390	500	450	380	330
1.8	x	430	560	500	410	360
2.0	x	470	600	530	440	380

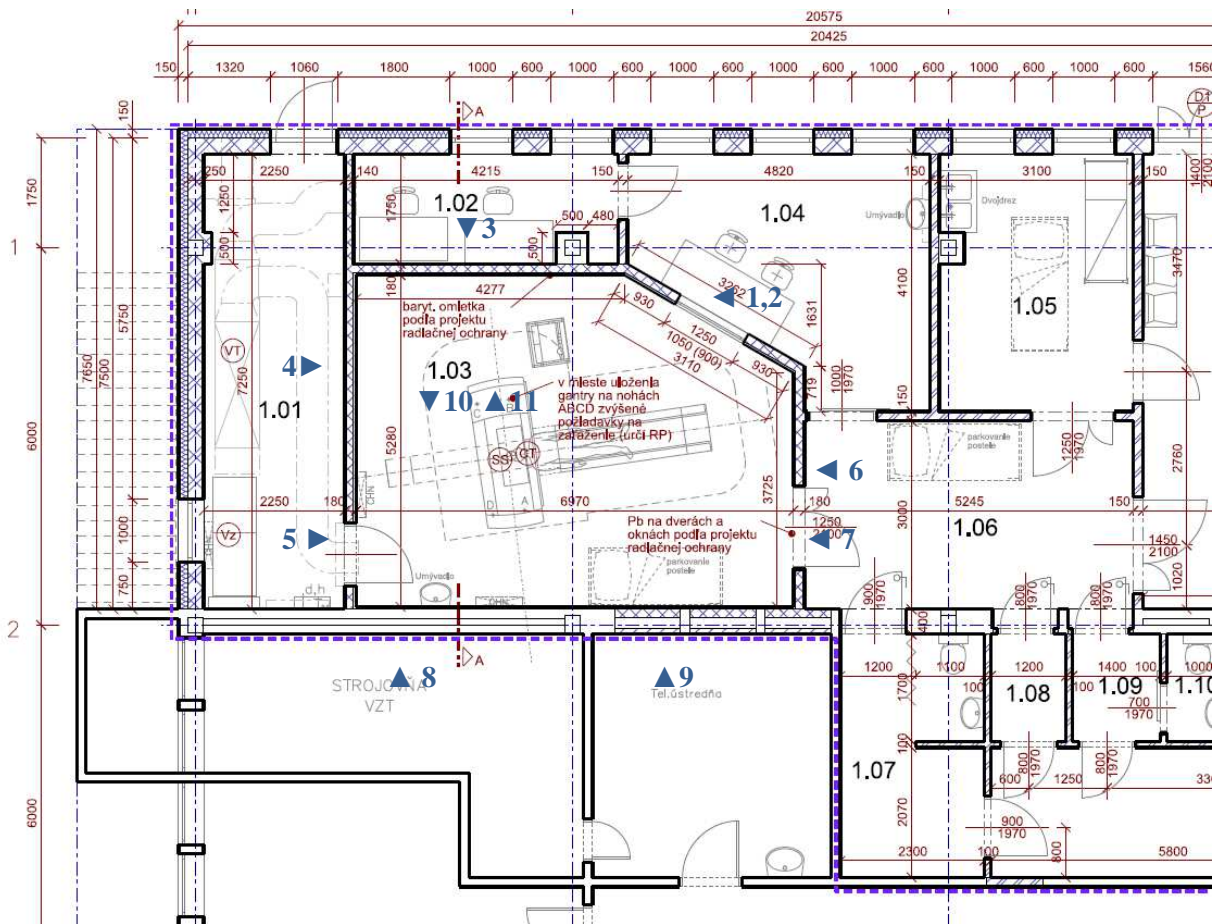
Hrúbka olova mm	Hrúbka tieniaceho materiálu v mm, na dosiahnutie rovnakého zoslabenia, pre rozličné napätie röntgenovej lampy kV					
	50	100	150	200	250	300
<b>Železo (7.9 g/cm<sup>3</sup>)</b>						
0.2	1.1	1.2	2.4	3.2	3.4	3.8
0.4	2.4	2.4	5.2	6.0	6.4	7.2
0.6	3.8	4.0	8.0	9.2	9.4	10
0.8	5.2	5.2	11	12	12	13
1.0	6.5	6.4	14	16	16	16
1.2	x	8.0	17	19	18	18
1.4	x	9.2	20	23	21	20
1.6	x	10	23	26	23	22
1.8	x	12	26	29	26	24
2.0	x	13	28	32	29	26

Hrúbka olova mm	Hrúbka tieniaceho materiálu v mm, na dosiahnutie rovnakého zoslabenia, pre rozličné napätie röntgenovej lampy kV					
	50	100	150	200	250	300
<b>Plná tehla (1.8 g/cm<sup>3</sup>)</b>						
0.5	100	70	84	76	68	62
1	200	120	150	130	120	105
2	x	195	260	230	190	165
3	x	260	340	310	250	210
4	x	330	420	370	300	250
6	x	450	570	490	390	330
8	x	x	x	600	470	390
10	x	x	x	x	540	450
12	x	x	x	x	610	510
14	x	x	x	x	x	570
16	x	x	x	x	x	620

[illegible]

Hrúbka olova mm	Hrúbka tieniaceho materiálu v mm, na dosiahnutie rovnakého zoslabenia, pre rozličné napätie röntgenovej lampy kV					
	50	100	150	200	250	300
<b>Barytový betón (3.2 g/cm<sup>3</sup>)</b>						
0.5	15	4.0	7.3	9.0	10	11
1	31	8.6	15	19	19	21
2	x	17	33	38	37	37
3	x	24	51	57	53	50
4	x	30	67	74	68	64
6	x	44	100	105	96	88
8	x	57	130	135	120	115
10	x	70	165	170	145	135
12	x	82	195	195	170	155
14	x	x	x	230	190	180
16	x	x	x	260	220	200
18	x	x	x	x	240	220
20	x	x	x	x	x	240
22	x	x	x	x	x	260

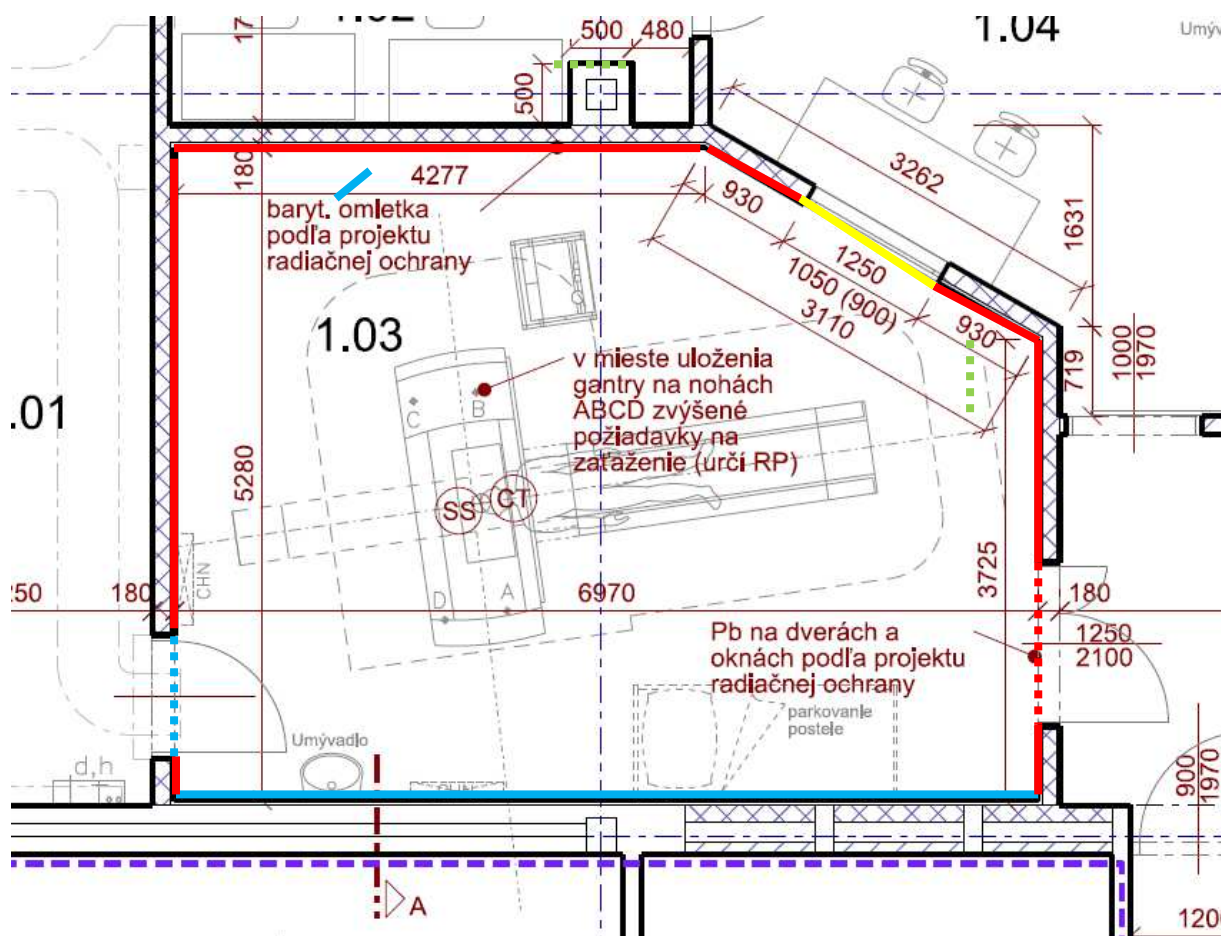
Hrúbka olova mm	Hrúbka tieniaceho materiálu v mm, na dosiahnutie rovnakého zoslabenia, pre rozličné napätie röntgenovej lampy kV					
	50	100	150	200	250	300
<b>Betón (2.3 g/cm<sup>3</sup>)</b>						
0.5	62	44	60	56	52	50
1	130	80	105	96	85	80
2	x	140	180	165	135	125
3	x	190	250	220	180	155
4	x	240	300	270	220	185
6	x	340	410	360	280	240
8	x	440	530	440	350	290
10	x	540	630	530	400	330
12	x	x	x	610	460	370
14	x	x	x	x	520	420
16	x	x	x	x	580	460
18	x	x	x	x	640	500
20	x	x	x	x	x	550
22	x	x	x	x	x	590



► - jednotlivé referenčné body

### Dispozičné riešenie rádiologického pracoviska:

Zariadenie pre počítačovú tomografiu bude umiestnené v samostatnej rádiologickej vyšetrovni (miestnosť 1.03). Vyšetrovňa priamo susedí s : ovládačom (miestnosť 1.04), chodbou (miestnosť 1.06), popisovňou (1.02), technickou miestnosťou (miestnosť 1.01), miestnosťou vzduchotechniky a telefónnou ústredňou. Nad pracoviskom sa nachádzajú priestory nemocnice a pod sú priestory strojovne vzduchotechniky.



- - Barytová omietka hrúbky 2,0 cm
- - Plná tehla hrúbky 14 cm + Barytová omietka hrúbky 2,0 cm
- - pozorovacie okienko ekvivalent 1,60 mm Pb pri 125 kV
- - - - dvere ekvivalent 1,90 mm Pb pri 125 kV
- - - - dvere ekvivalent 1,30 mm Pb pri 125 kV

