

		Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
		Strana: 1 / 9

PROJEKT RADIAČNEJ OCHRANY

Stanovenie pasívnej ochrany pred RTG žiarením

Pracovisko: CT Simulátor, 1.NP

Miestnosť: 129



Názov stavby:

Miesto stavby:

Investor:

Hlavný architekt:

Dodávateľ technológií:

Projekt spracoval:

Dátum:

Stavebné úpravy pracoviska CT Simulátor, pracovisko radiačnej onkológie

FNSP J.A.Reimana, Hollého 14, 081 81 Prešov, 1.NP

FNSP J.A.Reimana, Hollého 14, 081 81 Prešov

Ing. Juraj Šuty, DOMINO PROJEKT, Berlínska 19, 040 01 Košice

SIEMENS

Ing. Arnold Štubňa, klinický fyzik

07/2018

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Ing. Arnold Štubňa, the clinical physicist mentioned in the text.

PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
	Strana: 2 / 9

1. ZADANIE

Predmetom tohto projektu je stanovenie potrebného stupňa pasívnej ochrany pred röntgenovým žiarením na rádiodiagnostickom pracovisku 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 § 76 ods. 1, písm. a) Zákona 87/2018 Z.z. „o radiačnej ochrane“, ďalej len „Zákon“ a Vyhlášky MZ SR č. 101/2018 Z.z. „o lekárskom ožiarení“, ďalej len „Vyhláška“.

2. VÝCHODZIE PODKLADY

Pri spracovaní pasívnej ochrany pred röntgenovým žiarením na rádiodiagnostickom pracovisku 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 jednotlivcov z obyvateľstva podľa Zákona.
- 4.) Prevádzkové a technické parametre rtg prístroja.
- 5.) Metodika na výpočet ochrany pred röntgenovým žiarením podľa DIN 6812-2002-06 – Zdravotnícke röntgenové prístroje do 300 kV.

3. LIMITY OŽIARENIA A SMERNÉ HODNOTY PRE PREUKAZOVANIE RACIONÁLNE DOSIAHNUTEĽNEJ ÚROVNE RADIÁCNEJ OCHRANY

Limitom ožiarenia pracovníkov so zdrojmi ionizujúceho žiarenia podľa §15 Zákona je efektívna dávka 20 mSv za rok.

Limitom ožiarenia obyvateľov §15 Zákona je efektívna dávka 1 mSv za kalendárny rok.

Limitom ožiarenia praktikantov a študentov medzi 16 a 18 rokom života podľa §15 Zákona je efektívna dávka 6 mSv za kalendárny rok.

Na optimalizáciu radiačnej ochrany možno určiť medzné dávky; medzné dávky sa určujú ako individuálne efektívne dávky alebo ekvivalentné dávky za určité časové obdobie. Medzná dávka ožiarenia obyvateľa sa vzťahuje na reprezentatívnu osobu a zohľadňuje všetky plánované vykonávané činnosti a všetky používané zdroje ionizujúceho žiarenia. Na optimalizáciu radiačnej ochrany pri projektovaní a výstavbe pracoviska sa stanovujú medzné dávky ožiarenia pre pracovníkov a obyvateľov takto:

- 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.

PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
	Strana: 3 / 9

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 rtg prístrojom 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	1000 μ Sv / rok; (1,0 mSv / rok)
- pre jednotlivcov z obyvateľstva	100 μ Sv / rok; (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 priľahlé k vyšetrovni 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 6812-2002-06 - Zdravotnícke röntgenové prístroje do 300 kV. Vychádza sa z týždenného prevádzkového zaťaženia röntgenového žiariča a zohľadní sa smer užitočného žiarenia a dĺžka pobytu osôb v priľahlých miestnostiach.

Pre vypočítanú hodnotu stupňa zoslabenia F 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 röntgenového 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 röntgenového žiarenia stanovujú z tabuľky v citovanej norme (DIN 6812).

Faktor smeru žiarenia:

- U = 1,0** ak zväzok rtg 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 žiarenia,
- U = 0,1** táto hodnota platí pre priestory, na ktoré nie je smerovaný užitočný zväzok viac ako 10% celkového prevádzkového času röntgenového žiariča,
- U = 0** táto hodnota platí pre priestory, pri ktorých je vylúčené aby na ne bol nasmerovaný primárny zväzok röntgenového žiarenia, taktiež platí pre röntgenové zariadenia, kde primárny zväzok je obmedzený výlučne na receptor obrazu a nemôže byť nasmerovaný voľne do priestoru.

PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
	Strana: 4 / 9

Faktor pobytu „T“ zohľadňuje očakávanú dobu pobytu osôb v chránenej oblasti, príľahlej k vyšetrovni, pričom:

- T = 1,0** 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,
- T = 0,3** 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,
- T = 0,1** pre príležitostné a nepravidelne navštevované priestory, napríklad čakárne pre pacientov, chodby, schodiská, výťahy, toalety, prezliekacie kabíny pre pacientov, chodníky, vonkajšie priestory, parkoviská,
- T = 0** 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.

Stupeň zoslabenia F_R pre rozptýlené röntgenové žiarenie je definovaný vzťahom:

$$F_R = (H_T \cdot U_R \cdot T \cdot f_d \cdot f_k) / (H_{max} \cdot d^2 \cdot r^2)$$

Stupeň zoslabenia F_U pre užitočné röntgenové žiarenie je definovaný vzťahom:

$$F_U = (H_T \cdot U_U \cdot T) / (H_{max} \cdot r^2)$$

Celkový stupeň zoslabenia F röntgenového žiarenia je definovaný vzťahom:

$$F = F_R + F_U$$

kde:

- H_{max}** - je najvyššia prípustná efektívna dávka, respektíve medzná hodnota ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany pre pracovníkov so zdrojmi žiarenia, alebo pre ostatné osoby v chránenom priestore,
- r** - je vzdialenosť (m) chráneného miesta od ohniska röntgenovej lampy,
- f_k** - je koeficient rozptylu,
- f_d** - je koeficient prepočtu rozptýleného žiarenia na neúžitočné žiarenie (kryt rtg žiariča),
- d** - je vzdialenosť (m) od ohniska röntgenovej lampy po teleso rozptylu,
- U_U** - je faktor smeru užitočného žiarenia,
- U_R** - je faktor smeru rozptýleného žiarenia,
- T** - je faktor pobytu osôb,
- H_T** - je maximálna hodnota ekvivalentnej dávky vo vzdialenosti 1 m od ohniska rtg lampy ($\Gamma \cdot W$),
- Γ** - je radiačná výťažnosť röntgenového žiariča v referenčnej vzdialenosti 1 m od ohniska rtg lampy,
- W** - je prevádzkové zaťaženie röntgenového žiariča,

PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
	Strana: 5 / 9

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

Rtg prístroj bude inštalovaný v samostatnej vyšetrovni.

Nad rádiodiagnostickou vyšetrovňou sa nenachádzajú priestory s trvalým pobytom osôb.

Pod rádiodiagnostickou vyšetrovňou sa nenachádzajú priestory s trvalým pobytom osôb.

Pracovisko pozostáva z rtg vyšetrovne a na podlaží priamo susedí s nasledovnými miestnosťami:

priestor		min. vzdialenosť od ohniska rtg lampy (m)	aplikovaná medzná hodnota pre preukázanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany (mSv/rok)	
ovládač za stenou	128	4,2	1,0	pracovník
susedná vyšetrovňa za stenou	135	3,8	1,0	pracovník
susedná vyšetrovňa za stenou	126	2,8	1,0	pracovník
kabína za stenou	130	4,2	0,1	obyvateľ
kabína za dverami	130	4,5	0,1	obyvateľ
podlaha vyšetrovne	129	3,6	0,1	obyvateľ
strop vyšetrovne	129	3,6	0,1	obyvateľ
pozorovacie okienko vyšetrovne	128	4,2	1,0	pracovník

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 rádiodiagnostického pracoviska je primárny zväzok röntgenového žiarenia vymedzený do vnútra vyšetrovaného objemu, a preto nemôže byť trvalo a priamo nasmerovaný do okolitých priestorov (na steny, strop a podlahu vyšetrovne). Riziko ožiarenia v okolí preto predstavuje hlavne rozptýlené röntgenové žiarenie.

Vzdialenosť k jednotlivým referenčným bodom bola stanovená z projektovej dokumentácie stavebnej časti pracoviska a z dispozičného riešenia pracoviska, vrátane miesta umiestenia a orientácie rtg prístroja v mierke.

PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY		Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP
		Strana: 6 / 9

6. RADIÁCNE PARAMETRE ZDROJA IONIZUJÚCEHO ŽIARENIA A VÝPOČET CELKOVÉHO KOEFICIENTA ZOSLABENIA TIENIACEHO MATERIÁLU

Hodnoty ekvivalentnej hrúbky olova tienenia na ochranu pred ionizujúcim žiarením, ktoré zabezpečia neprekročenie medzných hodnôt ožiarenia na preukazovanie racionálne dosiahnuteľnej úrovne radiačnej ochrany boli stanovené podľa Normy DIN 6812.

Kategória:	max. týždenné zaťaženie röntgenového žiariča (mA.min)	radiačná výťažnosť röntgenového žiariča (mSv /mA.min)
CT - počítačová tomografia		
120 – 140 kV; filtrácia 2,5 mm Al	20000	12

Stanovenie ekvivalentov zoslabenia stavebných materiálov a bariér podľa DIN 6812:

Používané zariadenie: CT Simulátor Siemens Confidence 64

Prevádzkové hodnoty rtg prístroja sú: 120 – 140 kV; filtrácia 2,5 mm Al

vzdialenosť ohnisko–teleso rozptylu:	[m]	0,5
radiačná výťažnosť:	[mSv/mA.min]	12
týždenné prevádzkové zaťaženie:	[mA.min]	20000

Uvažovaná veľkosť týždennej ekvivalentnej dávky D_1 , 1 m od ohniska: [mSv] 240000

Smerový faktor pre rozptýlené žiarenie U_R : [1] 1,0

Koeficient rozptylu röntgenového žiarenia f_k : [m²] 0,0001

Koeficient prepočtu stupňa zoslabenia pre rozptýlené žiarenie f_p : [1] 3,0

referenčné miesto: (Pracovník / Obyvatel)	min.vzdialenosť r [m]	Faktor smeru žiarenia	Faktor pobytu	Ekvivalentná hrúbka olova stavebných materiálov a bariér (DIN 6812) [mm] / pri 140 kV	Zoslabenie stavebných materiálov a bariér (DIN 6812)
		U_U	T		Ročný osobný dávkový ekvivalent [μSv]
ovládač za stenou (128) / P	4,2	0	1,0	2	972 52,4901
susedná vyšetrovňa za stenou (135) / P	3,8	0	0,1	4,5	533500 0,0117
susedná vyšetrovňa za stenou (126) / P	2,8	0	0,1	5	1275000 0,0090
kabína za stenou (130) / O	4,2	0	0,1	2	972 5,2490
kabína za dverami (130) / O	4,5	0	0,1	2,5	3460 1,2845
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
podlaha vyšetrovne (129) / O	3,6	0	0,0	2,9	10269 0,0000
strop vyšetrovne (129) / O	3,6	0	0,0	2,9	10269 0,0000
pozorovacie okienko vyšetrovne (128) / P	4,2	0	1,0	2,5	3460 14,7458

	PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP Strana: 7 / 9
--	----------------------------------	--

7. POŽIADAVKY NA ZABEZPEČENIE STATICKEJ OCHRANY PRED RTG ŽIARENÍM

Steny vyšetrovne:

Stena medzi vyšetrovňou (129) a ovládačom (128) a kabínou (130) z dosiek SAFEBOARD (5 vrstiev – 6,25 cm) s celkovým ekvivalentom olova 2,0 mm / 140 kV. Elektrické zásuvky odtieniť 2,0 mm olovenou vrstvou. (nová stena)

Stena medzi vyšetrovňou (129) a ožarovňou 1 - CLINAC (135) zo železobetónu (2,3 g/ cm³) hrúbky 50 cm s celkovým ekvivalentom olova 4,5 mm / 140 kV. (pôvodná stena)

Stena medzi vyšetrovňou (129) a ožarovňou 2 - ONCOR (126) zo železobetónu (2,3 g/cm³) hrúbky 70 cm s celkovým ekvivalentom olova 5,0 mm / 140 kV. (pôvodná stena)

Stena medzi vyšetrovňou (129) a vonkajším priestorom z plnej tehly hrúbky 45 cm s ekvivalentom olova 4,5 mm / 140 kV. (pôvodná stena)

Dvere vyšetrovne:

Dvere medzi vyšetrovňou (129) a kabínkou pre pacienta (130) so statickou ochranou s ekvivalentom olova 2,5 mm / 140 kV. (nové dvere)

Podlaha / strop vyšetrovne:

Podlaha vyšetrovne (129) zo železobetónu (2,3 g/cm³) hrúbky minimálne 24 cm + ostatné konštrukcie podlahy s celkovým ekvivalentom olova 2,9 mm / 140 kV. (pôvodná podlaha)

Strop vyšetrovne (129) zo železobetónu (2,3 g/cm³) hrúbky minimálne 24 cm + ostatné konštrukcie stropu s celkovým ekvivalentom olova 2,9 mm / 140 kV. (pôvodný strop)

Pozorovacie okienko vyšetrovne:

Pozorovacie okno medzi vyšetrovňou (129) a ovládačom (128) s celkovým ekvivalentom olova 2,5 mm / 140 kV. (nové okno) Na zadnú stenu vyšetrovne pripevniť kameru na monitorovanie pacienta za gantry CT.

Ostatné požiadavky:

Podľa Vestníka MZ SR č. 32-51/2008 časť D má byť veľkosť vyšetrovne s CT skenerom minimálne 25 m².
. Podľa Vyhlášky MZ SR č. 259/2008 príloha č.2, má byť výmena vzduchu vo vyšetrovni päťnásobná.
Rozvody vzduchotechniky vo výške 2,6 m nad podlahou vyšetrovne bez potreby tienenia z hľadiska radiačnej ochrany.

	PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY	Miestnosť: 129 CT Simulátor, 1.NP Strana: 8 / 9
--	----------------------------------	--

8. ZÁVER

Pri realizácii ochranného tienenia pred rtg žiarením na pracovisku s rtg prístrojom je nutné použiť taký stavebný a tieniaci materiál, aby boli dodržané minimálne ekvivalenty olova (pre danú energiu žiarenia v kV), 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).

Na viditeľnom mieste stien vyšetrovne vrátane dverí a stropu musí byť trvalo 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 – 100 kV). Na označenie sa použije nezmývateľná farba, a najmenej 3 cm vysoké písmená, prípadne i trvalo pripevnené kovové, plastické tabuľky alebo štítky (Výnos MZ SR č. HEM – 3403/87-B/2-06).

V súlade so Zákonom, musia byť RTG vyšetrovne vybavené akustickým dorozumievacím zariadením a zariadením na vizuálne sledovanie pacienta počas vyšetrenia alebo terapie. Pokiaľ akustické dorozumievacie zariadenie nie je súčasťou RTG prístroja, je potrebné miestnosť vyšetrovne a ovládača vybaviť elektronickým komunikačným zariadením (obojstranným mikrofónom a reproduktorom – interkom).

Vypracoval a za výpočet zodpovedá:

Ing. Arnold Štubňa, klinický fyzik



PROJEKT RADIÁCNEJ OCHRANY		Miestnosť: 129 CT Simulátor, I.NP
		Strana: 9 / 9

Hrúbky tieniacich vrstiev pre rôzne materiály (DIN 6812) pre rozsah napätia na rtg lampe 100 – 175 kV

Použitý vzťah: $x_m = a \cdot (p/p_0)^b \cdot (U/U_0)^c \cdot (x/x_0)^d$

	< 3,2 g/cm ³	≥ 3,2 g/cm ³
a =	177	10,5
b =	-0,95	-0,2
c =	0,69	2,1
d =	0,82	0,9
p ₀ =	1 g/cm ³	
U ₀ =	100 kV	
x ₀ =	1 mm	

x _m (mm)	Pórobetón	Sádrokartón	Plná tehla	Betón	Liate sklo	Barytbetón
Hustota (g/cm ³)	0,63	0,84	1,8	2,3	2,5	3,2
Energia (kV)	140					
Hrúbka Pb (mm)						
0,50	196,1	149,2	72,4	57,3	53,0	9,0
0,60	227,8	173,3	84,0	66,6	61,5	10,7
0,70	258,5	196,7	95,3	75,5	69,8	12,2
0,80	288,4	219,4	106,4	84,3	77,9	13,8
0,90	317,6	241,7	117,2	92,8	85,8	15,3
1,00	346,3	263,5	127,7	101,2	93,5	16,9
1,10	374,4	284,9	138,1	109,4	101,1	18,4
1,20	402,1	306,0	148,3	117,5	108,6	19,9
1,30	429,4	326,7	158,4	125,5	115,9	21,4
1,40	456,3	347,2	168,3	133,3	123,2	22,8
1,50	482,9	367,4	178,1	141,1	130,4	24,3
1,60	509,1	387,4	187,8	148,8	137,4	25,7
1,70	535,1	407,1	197,4	156,4	144,5	27,2
2,00	611,3	465,1	225,5	178,7	165,0	31,5
2,10	636,3	484,1	234,7	185,9	171,8	32,9
2,20	661,0	502,9	243,8	193,2	178,5	34,3
2,30	685,6	521,6	252,9	200,3	185,1	35,7
2,40	709,9	540,1	261,9	207,5	191,7	37,1
2,50	734,1	558,5	270,8	214,5	198,2	38,5
2,60	758,1	576,8	279,6	221,5	204,7	39,9
2,70	781,9	594,9	288,4	228,5	211,1	41,2
3,00	852,4	648,6	314,4	249,1	230,1	45,3
3,10	875,7	666,3	323,0	255,9	236,4	46,7
3,20	898,8	683,8	331,5	262,7	242,7	48,0
3,30	921,7	701,3	340,0	269,4	248,9	49,4
3,40	944,6	718,7	348,4	276,0	255,0	50,7
3,50	967,3	736,0	356,8	282,7	261,2	52,1
3,60	989,9	753,2	365,1	289,3	267,3	53,4
3,70	1012,4	770,3	373,4	295,9	273,3	54,8
3,80	1034,8	787,3	381,7	302,4	279,4	56,1
3,90	1057,1	804,3	389,9	308,9	285,4	57,4
4,00	1079,2	821,2	398,1	315,4	291,4	58,7

PROJEKT RADIÁČNEJ OCHRANY

Miestnosť: 129
CT Simulátor, 1.NP

Príloha: 2

