

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Ústav stavebního zkušebnictví  
Středisko radiační defektoskopie

VUT 09 – R – 05

**Návrh**

stínících konstrukcí u rentgenového  
skiagrafického pracoviště v pavilonu „X“- DTC  
ve FN Brno - Bohunice

Odpovědný řešitel:

  
Ing. Lubomír Vitek

Vedoucí ústavu:

Doc. Ing. Leonard Hobst, CSc.  




Brno, únor 2009

## 1. Úvod

Na základě osobního jednání se zástupcem firmy Atelier AS spol. s r.o. Brno ing. Ivanem Řehůrkem, navrhli pracovníci Střediska radiační defektoskopie FAST VUT v Brně stínící konstrukce u rentgenového skiagrafického pracoviště v pavilonu „X“ – DTC ve FN Brno – Bohunice (obr.1).

## 2. Účel a rozsah zprávy

Zpráva bude sloužit jako podklad pro vypracování prováděcího projektu rentgenového pracoviště.

Zpráva obsahuje nové předpoklady výpočtu v souvislosti s nabytím účinnosti „atomového zákona“ a následných vyhlášek, výpočet násobnosti zeslabení pro jednotlivé směry a dimenzování tlouštěk stínících konstrukcí.

## 3. Podklady pro výpočet stínění

### 3.1 Technické parametry zářičů

Technické parametry rentgenového skiagrafického přístroje Proteus XR/a – GE Medical Systémy byly převzaty z dokumentace firmy Philips.

Max. hodnota dávkového příkonu a týdenní provozní doba uvedeného zařízení byla převzata z normy - DIN 6812 Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV ( April 1996 ).

Dispoziční řešení rtg pracoviště i pomocných místností bylo převzato z výkresů objednavatele.

### 3.2 Limity a směrné hodnoty ozáření

**Zákonné zdravotní předpisy - Atomový zákon (zák.18/97 Sb.) a navazující vyhlášky.** Atomový zákon a navazující vyhláška 307/2002 o radiační ochraně specifikují podmínky ochrany před účinky ionizujícího záření.

Jako základ zákonných opatření jsou přijaty **limity ozáření**, jejichž překročení není z hlediska radiační ochrany přípustné. Tyto limity se vztahují na ozáření ze všech činností vedoucích k ozáření. Nezapočítává se však do nich ozáření z přírodních zdrojů (cca 3-5 mSv/rok), pokud nejsou záměrně využívány, dále lékařské ozáření a další ozáření specifikovaná zákonem a vyhláškou (při výuce, při haváriích aj.).

Tyto limity jsou uvažovány jiné pro obyvatelstvo a jiné pro radiační pracovníky:

- **Obecné limity pro obyvatelstvo** – se vztahují na průměrné vypočtené ozáření v kritické skupině obyvatel (v okolí pracoviště se zdroji ionizujícího záření). Tento limit efektivní dávky ze zevního i vnitřního ozáření činí **1 mSv/rok** (výjimečně lze uvažovat hodnotu 5 mSv za dobu pěti za sebou jdoucích kalendářních roků).

- **Limity pro radiační pracovníky** – součet vnějšího a vnitřního ozáření je stanoven hodnotou efektivní dávky 100 mSv za dobu pěti za sebou jdoucích kalendářních roků (v průměru 20 mSv/rok), přitom hodnota ozáření za jeden rok nesmí překročit 50 mSv.
- **Limity pro učně a studenty** – platí od roku kdy dovrší 16 let do 18 let. Součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření činí 6 mSv/rok.

Hodnoty limitů však nelze brát za základ při výpočtech stínění, neboť se jedná o součet všech možných kombinací ozáření, který nesmí být překročen. Atomový zákon zavádí nový pojem **směrná hodnota**, což je hodnota ozáření, která je tak nízká, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. Vyhláška 307/02 Sb. uvádí následující směrné hodnoty:

- Směrná hodnota roční efektivní dávku u ostatních osob - **50  $\mu$ Sv**.
- Směrná hodnota roční efektivní dávku u radiačních pracovníků - **1 mSv**
- Směrná hodnota pro roční kolektivní efektivní dávku (součet efektivních dávek u všech jednotlivců v určité skupině) - **1 Sv**

Směrná hodnota ozáření je v podstatě 20x nižší nežli je limit pro příslušnou kategorii obyvatelstva. Rozumně dosažitelná úroveň radiační ochrany se považuje za dostatečně prokázanou, pokud ani za předvídatelných odchylek od běžného provozu nemůže být žádná z uvedených směrných hodnot překročena, a to ani u jedné osoby.

Směrná hodnota ozáření je v podstatě 20x nižší nežli je limit pro příslušnou kategorii obyvatelstva. Rozumně dosažitelná úroveň radiační ochrany se považuje za dostatečně prokázanou, pokud ani za předvídatelných odchylek od běžného provozu nemůže být žádná z uvedených směrných hodnot překročena, a to ani u jedné osoby.

Podle vyhlášky 307/2002 Sb. v § 17 je rozumně dosažená úroveň ta, při které jsou náklady vyšší než přínos opatření. K tomuto případu dochází v místě průsečíků křivek kolektivní dávkový ekvivalent  $\times$  součinitel a náklady na dostínění. Z grafu lze odečíst, že křivky se protínají přibližně na hodnotě 0,11 obecného limitu.

Ve výpočtu stínění rentgenového pracoviště bude uvažována hodnota týdenního dávkového ekvivalentu  $H_t$  - 0,001 mSv.

### 3.3 Materiál stínění

Pro stínící konstrukce rtg pracoviště je počítáno se stínícím materiálem :

- sádrokaron + Pb vložka

### 3.4 Literatura

- Zákon č. 18/97 Sb, zák.č.13/2002 Sb. O mírovém využívání jaderné energie ionizujícího záření
- Vyhláška č. 307/2002 Sb. A následných novel O radiační ochraně
- Návrh Metodického pokynu Ochrana zdraví při používání zdrojů rentgenového záření (Ing.O.Kodl)
- Posouzení barytových směsí X-RAY STOP určených pro stínění pracovišť's

- ionizujícím zářením - zeslabovací křivky (Ing.O.Kodl)
- DIN 6812 Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV ( April 1996 )
- Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities NCRP No.147(2004)

### **3.5 Určení násobnosti zeslabení K**


Násobnost zeslabení záření K vyjadřuje kolikrát je nutno primární svazek nebo rozptýlené záření zeslabit, aby bylo dosaženo obecného limitu nebo směrných hodnot pro radiační pracovníky se zářením nebo pro jiné osoby.

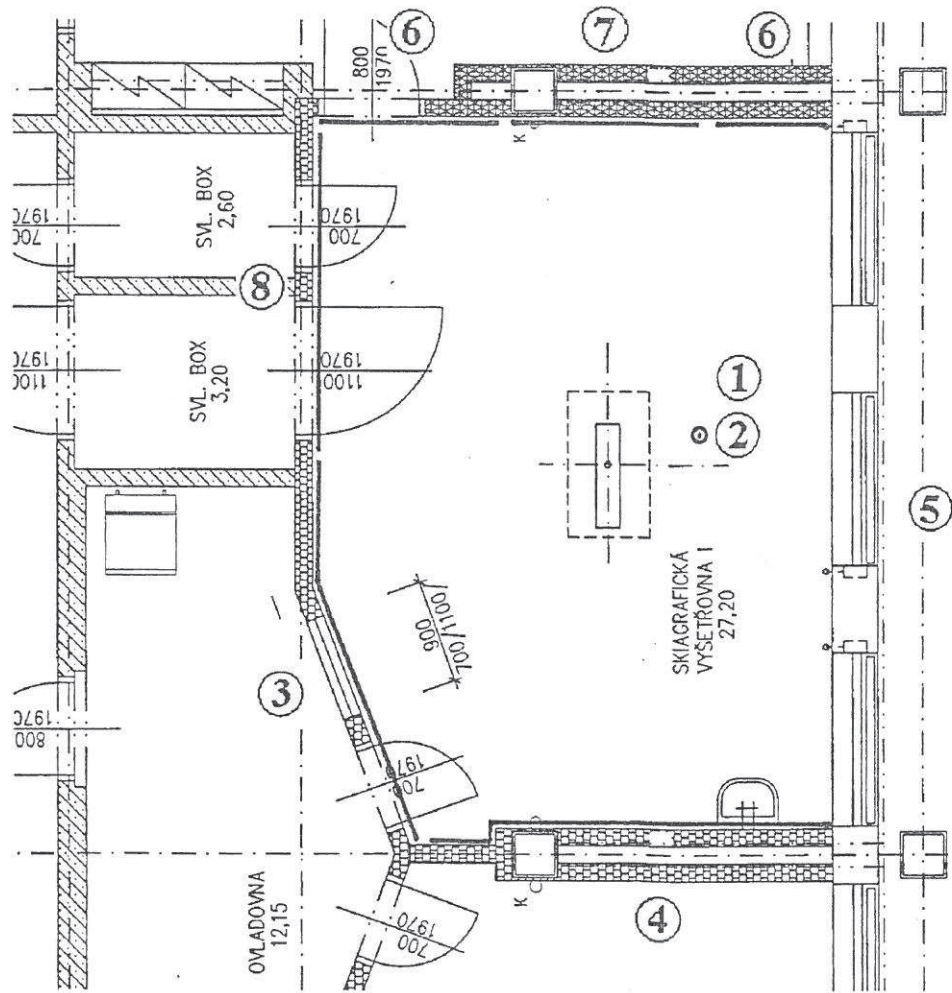
Při výpočtu tloušťek ochranných stínících konstrukcí rtg pracoviště byly použity matematické vztahy a zeslabující křivky barytové omítky z Metodického pokynu, DIN a NCRP (viz. literatura).

## **4. Návrh stínění**

Návrh skladby stínících konstrukcí pracovišť s ionizujícím zářením je uveden v tabulce 1 - 2.

Hodnoty faktoru pobytu T a užití U byly voleny tak, jak je běžně uvažuje literatura a jak se dá usuzovat, že bude probíhat provoz pracoviště.

  
Ing. Vítěk Lubomír  
odpovědný řešitel



Obr. 1 Rozmístění dozimetrických bodů

tab. 1 Výpočet násobnosti zeslabení stínících vrstev

RTG pracoviště m.č.074 (skiografie, ProteusXR/a – GE Medical Systems)

- napětí = 110 kV, W = 400 mAmin/týden, Hx = 10 mSv/mAmin

- Ht = 0,001 mSv/týden ( jiné osoby)

- Ht<sup>1)</sup> = 0,02 mSv/týden ( radiační pracovníci)

Doz. bod	Záření	Vzdál. [m]	Zeslabení K	Ekv. Pb [mm Pb]	Poznámka
1	PZ	-	-	-	podlaha – rostlý terén
2	RZ	3,2	1.594	2,0	strop – pobytové prostory
3	RZ	2,0	4.082	2,3	ovladovna – dveře, pozor.okno
4	RZ	2,5	2.612	2,0	vyšetřovna UZ
5	RZ	-	-	-	okno- volný prostor
6	RZ	2,5	784	1,6	chodba - T=0,3
7	PZ	3,0	13.333	2,9	chodba - T=0,3 U=0,1
8	RZ	3,0	544	1,5	svl. box - dveře T=0,3

PZ - primární záření

RZ - rozptýlené záření

W - týdenní provozní doba [mAmin]

Hx - dávkový příkon v 1 m [mSv/mAmin]

Ht - týdenní dávkový ekvivalent [mSv/týden ]

T - očekávaná doba pobytu

U - faktor užití

Ekv. Pb – charakteristika stínící vrstvy uvedená ekvivalentní tloušťkou olova [mm Pb]

K - Násobnost zeslabení záření K vyjadřuje kolikrát je nutno primární svazek nebo rozptýlené záření zeslabit, aby bylo dosaženo povoleného limitu nebo směrných hodnot pro pracovníky se zářením nebo pro jednotlivce z obyvatelstva.

tab. 2 Návrh stínících vrstev

Doz. bod	stávající konstrukce [mm]	navržená konstrukce			
		beton [mm]	CD [mm]	Baryt.omít. [mm]	Pb vložka [mm]
1	beton. dutin. strop. panely 60 + podkl.beton 80	140	-	-	
2	beton. dutin. strop. panely 60 + podkl.beton 80	140	-	-	Pb vložka 1,0
3	<b>nová konstrukce – sádrokarton + Pb vložka</b>	-	-	-	dveře 3,0Pb poz.okno 2,3Pb Pb vložka 3,0
4	<b>nová konstrukce – sádrokarton + Pb vložka</b>	-	-	-	Pb vložka 2,0
5	365 POROTHERM, okno	-	365	-	
6	<b>nová konstrukce – sádrokarton + Pb vložka</b>	-	-	-	Pb vložka 2,0 dveře 2,0Pb
7	<b>nová konstrukce – sádrokarton + Pb vložka</b>	-	-	-	Pb vložka 3,0
8	<b>nová konstrukce – sádrokarton + Pb vložka</b>	-	-	-	dveře 2,0Pb Pb vložka 2,0

CD - cihla děrovaná POROTHERM