

Závěrečná zpráva k zakázce HS122004000

Návrh stínících konstrukcí u rentgenových pracovišť na operačních sálech v NsP Karviná - Ráj

Objednatel: MEDICOPROJECT, s.r.o.
Kroftova 45
616 00 Brno
IČ:60703016, DIČ: CZ60703016

Odpovědný řešitel: Ing. Lubomír Víték, Ph.D.

Pracoviště: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební
Ústav stavebního zkušebnictví
Veveří 331/95, 602 00 Brno
IČ: 00216305, DIČ: CZ00216305

Zpracováno dne: Brno, 03. 2020

Ing. Lubomír Víték, Ph.D.

odpovědný řešitel

Doc. Ing. Pavel Schmid, Ph.D.

vedoucí Ústavu stavebního zkušebnictví

Počet vyhotovení: **3**

Vyhotovení číslo:

1. Úvodní část

Na základě objednávky firmy MEDICOPROJECT, s.r.o. Brno, navrhli pracovníci Střediska radiační defektoskopie FAST VUT v Brně stínící konstrukce u rentgenových pracovišť na operačních sálech v NsP Karviná - Ráj (obr.1).

2. Účel a rozsah zprávy

Zpráva bude sloužit jako podklad pro vypracování prováděcího projektu rentgenových pracovišť.

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

3. Podklady pro výpočet stínění

3.1 Technické parametry zářičů

Technické parametry rentgenového chirurgického C-ramene, byly uživatelem stanoveny jen informativně. Určení týdenní provozní doby a max. hodnota dávkového příkonu uvedeného zařízení byla převzata z normy - E DIN 6812 Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV (Oktober 2011).

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

3.2 Limity ozáření

Legislativní podklady - Atomový zákon (zák.263/2016 Sb.) a navazující vyhlášky

Atomový zákon a navazující vyhláška 422/2016 vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje specifikují podmínky ochrany před účinky ionizujícího záření.

Jako základ zákonných opatření jsou v § 63 AZ definovány **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 obyvatele – (K § 63 odst. 6 AZ , §3 vyhl RO)**

Obecnými limity pro obyvatele z ozáření ze všech povolených nebo registrovaných činností zajeden kalendářní rok jsou

- a) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 1 mSv,
 - b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 15 mSv a
 - c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 50 mSv bez ohledu na velikost ozářené plochy
- **Limity pro radiační pracovníky** – musí být použity pro omezení profesního ozáření a jsou:
- a) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 20 mSv za kalendářní rok nebo hodnota schválena SUJB, nejvýše však 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv za jeden kalendářní rok
 - b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let a současně 50 mSv v jednom kalendářním roce,
 - c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 500 mSv za kalendářní rok bez ohledu na velikost ozářené plochy a
 - d) pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 500 mSv za jeden kalendářní rok
- **Limity pro učně a studenty** – pro žáka a studenta ve věku od 16 do 18 let, kteří jsou povinni v průběhu svého studia pracovat se zdrojem ionizujícího záření, jsou za jeden kalendářní rok
- a) pro součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření 6 mSv,
 - b) pro ekvivalentní dávku v oční čočce 15 mSv,
 - c) pro průměrnou ekvivalentní dávku na každý 1 cm² kůže 150 mSv bez ohledu na ozářenou plochu a pro ekvivalentní dávku na ruce od prstů až po předloktí a na nohy od chodidel až po kotníky 150 mSv.
- Limity pro žáka a studenta mladšího než 16 let, kteří jsou povinni v průběhu svého studia pracovat se zdrojem ionizujícího záření, jsou shodné s obecnými limity pro obyvatele.
- Limity pro žáka a studenta staršího než 18 let, kteří jsou povinni v průběhu svého studia pracovat se zdrojem ionizujícího záření, jsou shodné s limity pro radiačního pracovníka

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 Autorizovaný limit, což je kvantitativní ukazatel, který je výsledkem optimalizace radiační ochrany pro jednotlivou radiační činnost nebo jednotlivý zdroj ionizujícího záření a je zpravidla nižší než dávková optimalizační mez. Autorizované limity stanoví Úřad v povolení k činnostem v rámci expozičních situací. Nepřekročení autorizovaných limitů prokazuje nepřekročení limitů ozáření. Z důvodů časové kontinuity radiační ochrany na pracovišti navrhuje tyto autorizované limity používané dřívější legislativou:

- Dávková optimalizační mez pro obyvatele - **50 μSv**.
- Dávková optimalizační mez u radiačních pracovníků - **1 mSv**
- optimalizovaná hodnota pro roční kolektivní efektivní dávku (součet efektivních dávek u všech jednotlivců v určité skupině) - **1 Sv**

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

3.3 Materiál stínění

Pro stínicí konstrukce rtg pracoviště je počítáno se stínícím materiálem :

- Montované panely, včetně dveří a podávacích oken s Pb vložkou s pláštěm z pozinkovaného plechu

3.4 Literatura

- Atomový zákon (zák.263/2016 Sb.) a navazující vyhlášky
- vyhláška 422/2016 vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje
- 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)
- E DIN 6812 Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV (Oktober 2011)
- Structural Shielding Design for Medical X-Ray Imaging Facilities NCRP No.147(2004)

4. Návrh stínění

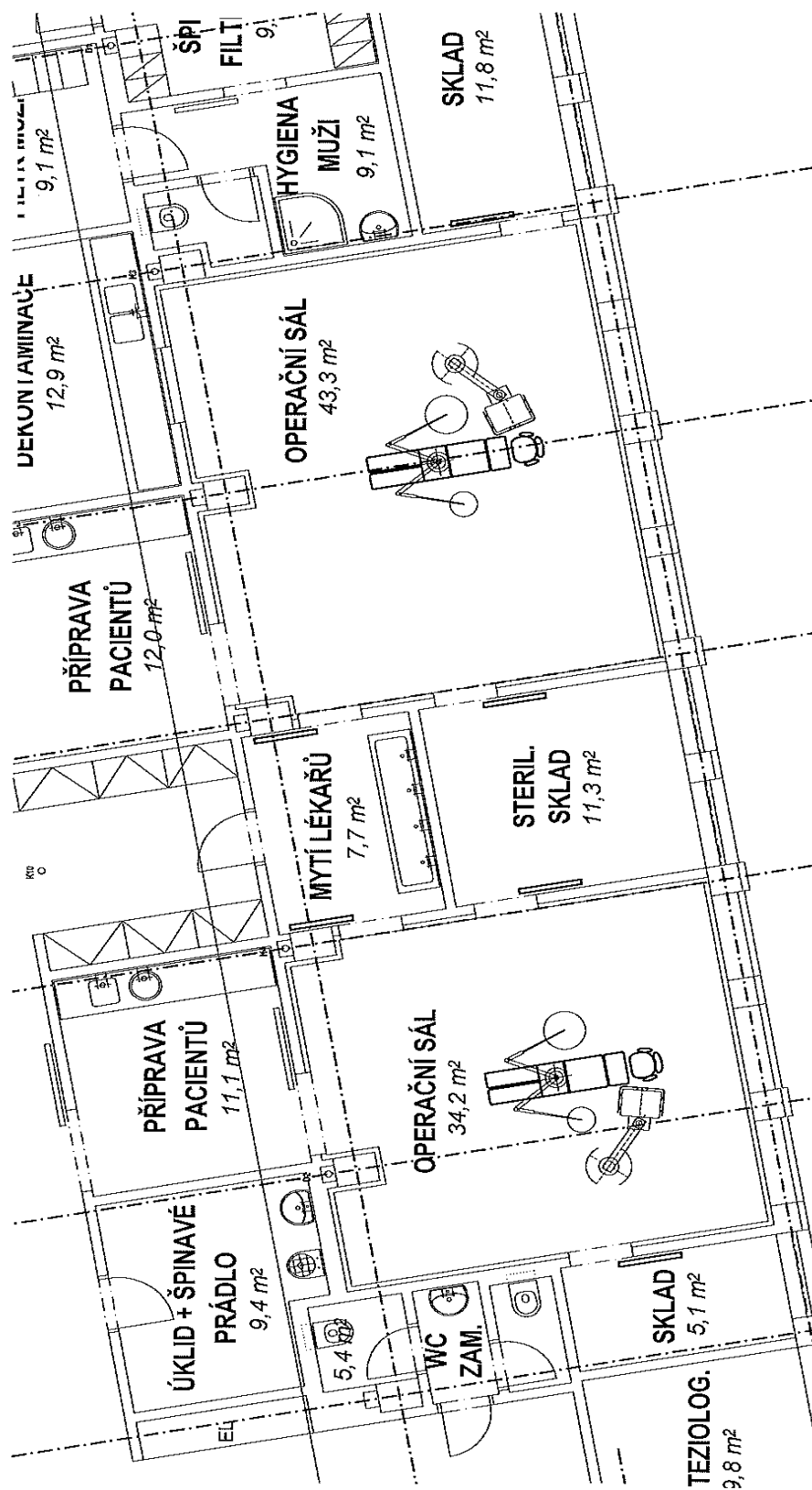
Na základě výpočtů (tabulka 1), tabulek z normy E DIN 6812 Medizinische Röntgenanlagen bis 300 kV (Oktober 2011) a z konstrukčního provedení operačních sálů navrhuji pro zajištění bezpečného provozu ochrany před ionizujícím zářením provádět:

Vzhledem k jednotnému technologickému systému a k možnosti zvýšení skiaskopických výkonů, doporučuji použít ve všech případech konstantní Pb vložku o tl. 1,5 mm, po celé výšce stěny. Uvedené hodnoty jsou převzaty z tabulky 1, kde je zohledněn trvalý pobyt ostatních osob v min. vzdálenosti od ohniska rentgenky 3,5 m.

Železobetonová konstrukce stropů a podlah pro zajištění požadavků ochrany před zářením pro ostatní osoby s pobytem $T=1$, musí mít tloušťku min. 110 mm (50 mm želbet. deska + 60 mm podkl. beton) a 0,5 mm Pb plech nebo ekv.Pb plechu 10 mm barytové omítky, barytového betonu X-RAY Stop.

- Operační sál 1 : stěnový konstrukční systém s Pb vložkou o tl. 1,5 mm
- Operační sál 2 : stěnový konstrukční systém s Pb vložkou o tl. 1,5 mm

Ing. Vítek Lubomír, Ph.D.
odpovědný řešitel



Obr. 1 Dispoziční řešení operačních sálů ve 6.NP

Tabulka 1: Tloušťky olověných vrstev (v mm) proti rozptýlenému záření při rentgenovém provozu s chirurgickým zesilovačem jasu obrazu

Předpoklad:

- napětí = průměr 80 kV
- filtrace = 3,2 mm Al
- pole zesilovače jasu obrazu $\leq 500 \text{ cm}^2$
- W = 400 mAmin/týden (cca 500 vyšetření/rok)
- vzdálenost rentgenka – pacient = 35-75 cm
- Hx = 5 mSv/ mAmin

| Vzdálenost mezi ohniskem rentgenky a chráněným pracovním prostorem L [m] | Radiační pracovníci [Ht ¹⁾] Ht ¹⁾ = 0,02 mSv/týden | | Ostatní osoby [Ht] Ht = 0,001 mSv/týden | | |
|--|---|----------------------|--|----------------------|----------------------|
| | T = 1 [mm Pb] | T = 0,3 [mm Pb] | T = 1 [mm Pb] | T = 0,3 [mm Pb] | T = 0,1 [mm Pb] |
| 1,5 | 1,2 | 1,0 | 2,1 | 1,7 | 1,4 |
| 2 | 1,1 | 0,9 | 1,8 | 1,6 | 1,2 |
| 2,5 | 1,0 | 0,8 | 1,7 | 1,4 | 1,1 |
| 3 | 0,9 | 0,7 | 1,6 | 1,3 | 1,0 |
| 3,5 | 0,8 | 0,7 | 1,5 | 1,2 | 0,9 |
| 4 | 0,7 | 0,6 | 1,4 | 1,1 | 0,9 |
| 5 | 0,6 | 0,3 | 1,3 | 1,0 | 0,8 |
| 6 | 0,5 | 0,3 | 1,2 | 0,9 | 0,7 |
| 7 | 0,5 | 0,2 | 1,1 | 0,9 | 0,6 |
| 8 | | | 1,1 | 0,8 | 0,5 |
| 9 | | | 1,1 | 0,8 | 0,5 |
| 10 | | | 1,0 | 0,7 | 0,4 |
| 11 | | | 1,0 | 0,6 | 0,4 |
| 12 | | | 0,9 | 0,6 | 0,4 |
| 13 | | | 0,9 | 0,6 | 0,3 |
| 14 | | | 0,8 | 0,5 | 0,3 |

W - týdenní provozní doba [mAmin]

Hx - dávkový příkon v 1 m [mSv/mAmin]

Ht - týdenní dávkový ekvivalent [mSv/týden] - **ostatní osoby**
0,05 mSv/rok (0,001 mSv/týden)

Ht¹⁾ - týdenní dávkový ekvivalent [mSv/týden] - **radiační pracovníci**
1,0 mSv/rok (0,02 mSv/týden)

T - očekávaná doba pobytu

Konstrukce stěn: dělicí plechové příčky : - 2x1,0mm Fe = 0,2 mm Pb
- 1x1,0mm Fe = 0,1 mm Pb