

Ochrana pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením

Bc. Renata Berková

Diplomová práce
2024



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta logistiky a krizového řízení

Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2023/2024

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Renata Berková**
Osobní číslo: **L21141**
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**
Specializace: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Ochrana pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením**

Zásady pro vypracování

- Zpracujte z dostupných zdrojů teoretický vstup ochrany pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením.
- Zmapujte radiační ochranu na radiodiagnostickém oddělení nemocnice Kyjov.
- Analyzujte případné radiační mimořádné události a radiační události, ke kterým by mohlo dojít.
- Zhodnoťte a v případě nalezení nedostatku v oblasti radiační ochrany, navrhněte její řešení a zlepšení.

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. PODZIMEK, František. *Radiologická fyzika: ochrana před ionizujícím zářením*. 1. vydání, multimediální verze. V Praze: ČVUT, 2022. 393 stran. ISBN 978-80-01-06971-4.
2. STATKIEWICZ SHERER, Mary Alice. *Radiation Protection in Medical Radiography*. USA: Elsevier – Health Sciences Division, 2021. ISBN 9780323825030.
3. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada, 2018. 273 stran. ISBN 978-80-271-0709-4.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Ing. Eleonóra Benčíková, PhD., MPH, MHA**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2023**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. dubna 2024**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 4. prosince 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

V Uherském Hradišti, dne:

26. 4. 2024

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se věnuje ochraně pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením. Cílem práce je zmapování současné radiační ochrany radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace a její následné zhodnocení. V první části práce autorka předkládá teoretické poznatky získané z odborných knih, článků a právních předpisů zabývajících se ochranou pracovníků a pacientů před zářením. Druhá část se zabývá popisem radiodiagnostického oddělení včetně shrnutí poznatků o radiační ochraně. Významnou část představuje zpracování analýz událostí, které mohou během výkonu povolání radiačního pracovníka vzniknout. Závěrem diplomové práce je vypracování návrhu opatření ke zlepšení ochrany na oddělení.

Klíčová slova: pacient, radiační mimořádná událost, radiační ochrana, radiační pracovník, radiologická událost.

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the protection of workers and patients against ionizing radiation. The aim of the thesis is to map the current radiation protection of the radiological department of the Kyjov Hospital, contributory organization and its subsequent evaluation. In the first part of the thesis the author presents theoretical knowledge obtained from professional books, articles and legal regulations dealing with the protection of workers and patients from radiation. The second part deals with the description of the radiological department including a summary of the knowledge on radiation protection. An important part is the analysis of events that may occur during the occupation of a radiation worker. The thesis concludes with a proposal for measures to improve protection in the department.

Keywords: Patient, Radiation Emergency, Radiation Protection, Radiation Worker, Radiological Incident.

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala paní Mgr. Ing. Eleonóře Benčíkové, PhD., MPH., MHA., za odborné vedení, trpělivost, podporu, poskytnutí cenných rad a času, který mi věnovala při zpracování diplomové práce. Poděkování patří rovněž primáři radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace, panu MUDr. Lubošovi Látalovi za poskytnutí materiálů, cenných informací a odpovědí na mé otázky při zpracování praktické části práce. A své rodině a přátelům, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRÁVNÍ PŘEDPISY RADIAČNÍ OCHRANY	12
2 RADIAČNÍ OCHRANA PRACOVNÍKŮ	14
2.1 OSOBNÍ OCHRANNÉ STÍNÍCÍ POMŮCKY	17
2.2 OSOBNÍ MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ	21
2.2.1 Osobní dozimetrie	23
2.3 RADIAČNÍ OCHRANA PRACOVNÍKŮ NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH	28
3 RADIAČNÍ OCHRANA PACIENTŮ	31
3.1 PRINCIP ZDŮVODNĚNÍ A OPTIMALIZACE V OCHRANĚ PACIENTŮ.....	34
3.2 RADIAČNÍ OCHRANA PACIENTŮ NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVIŠTÍCH	35
4 RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST A RADIOLOGICKÁ UDÁLOST V RADIODIAGNOSTICE	40
4.1 RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST	40
4.2 RADIOLOGICKÁ UDÁLOST	42
5 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	43
II PRAKTICKÁ ČÁST	44
6 RADIAČNÍ OCHRANA RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ	45
6.1 ORGANIZAČNÍ STRUKTURA ODDĚLENÍ.....	45
6.2 DOKUMENTACE RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ	46
6.3 ZÁKLADNÍ EKONOMICKÉ A PERSONÁLNÍ ÚDAJE ODDĚLENÍ.....	49
6.4 ŠKOLENÍ RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ.....	54
6.5 PRACOVNĚLÉKAŘSKÉ PROHLÍDKY RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ.....	55
6.6 OSOBNÍ MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ	55
6.7 OPERATIVNÍ HODNOTY	58

6.8	VYMEZENÍ KONTROLOVANÉHO A SLEDOVANÉHO PÁSMO NA ODDĚLENÍ.....	59
6.9	ANALÝZA OPAKOVANÝCH VYŠETŘENÍ NA JEDNOTLIVÝCH PRACOVÍŠTÍCH RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ.....	65
7	ANALYTICKO-EMPIRICKÉ ZPRACOVÁNÍ OCHRANY PRACOVNÍKŮ A PACIENTŮ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ.....	68
7.1	DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ.....	68
7.2	BRAINSTORMING.....	88
7.3	METODA SWOT ANALÝZA.....	96
7.4	CHECK-LIST ANALÝZA.....	101
7.5	WHAT-IF ANALÝZA.....	104
8	ZHODNOCENÍ NEDOSTATKŮ V RADIAČNÍ OCHRANĚ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ.....	107
9	NÁVRH OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ OCHRANY NA ODDĚLENÍ.....	108
	ZÁVĚR.....	111
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	112
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	119
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	120
	SEZNAM TABULEK.....	122
	SEZNAM GRAFŮ.....	125
	SEZNAM PŘÍLOH.....	126

ÚVOD

Ochrana pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením se rozvíjela pomalým a dlouhým procesem zakládajícím se na zkušenostech prvních vědců, lékařů a techniků, kteří se snažili pochopit význam záření a ve vhodné míře ho aplikovat v lékařství. Jejím úkolem je ochrana před účinky ionizujícího záření. Ochrana také řeší způsoby, jak se co nejlépe vyhnout zdravotní újmě, kterou si radiační pracovník může při nedodržení ochranných zásad během výkonu povolání s ionizujícím zářením způsobit. Je známo, že v důsledku ozáření vznikají deterministické a stochastické účinky, před kterými je třeba se chránit – ochrana časem, vzdáleností a stíněním. Dalším záměrem ochrany je vyloučit vznik deterministických účinků a snížit míru rizika vzniku stochastických účinků na minimum, respektive na úroveň přijatelnou pro jednotlivce a společnost. K tomu slouží čtyři základní principy radiační ochrany – princip zdůvodnění, princip optimalizace, princip limitování dávek a princip bezpečnosti zdrojů. Uplatňován je především princip zdůvodnění a optimalizace.

Předkládána diplomová práce se zabývá ochranou pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace. Hlavním cílem diplomové práce je zmapování současné radiační ochrany radiodiagnostického oddělení. Proces analýz a metod umožňuje hlubší pochopení událostí, které mohou na oddělení vzniknout při nedodržení zásad ochrany. Získaná data a analýzy povedou k navržení opatření pro zlepšení ochrany pracovníků a pacientů.

Dílní teoretická část se snaží čtenáři poskytnout odborné poznatky a informace, které jsou nezbytné pro uvedení do problematiky a pochopení praktické části.

Záměrem diplomové práce je zvýšit povědomí o radiačních mimořádných událostech, radiologických událostech v radiodiagnostice, jejich příčinách a následcích. Ačkoli by se na první pohled mohlo zdát, že překročení limitů či chybné lékařské ozáření je v radiodiagnostice naprosto vyloučené, a téma diplomové práce je zcela bezpředmětné, není tomu tak. Valná většina těchto pochybení však není spojena s výskytem deterministických poškození pacientů a tak můžeme nabývat mylného dojmu, že vyšetřovací metody spojené s ionizujícím zářením jsou v podstatě bezrizikové.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Diplomová práce je vlastním projektem inovovaného a tvůrčího řešení ochrany pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov. **Hlavním cílem práce** je zmapovat současnou ochranu pracovníků a pacientů na oddělení a její následné zhodnocení. V rámci cíle budou autorkou vypracovány analýzy, které budou především zaměřeny na radiační mimořádné události a radiologické události. Výstupem diplomové práce budou navrženy varianty řešení ke zlepšení ochrany pracovníků a pacientů. Návrhy budou doporučeny na základě nalezených nedostatků v oblasti ochrany.

Dílčí cíle: Teoretickou část diplomové práce autorka zpracovala prostřednictvím tuzemské a zahraniční odborné literatury, odborných článků, právních předpisů a doporučení. Na základě nalezených informací z výše vyjmenovaných zdrojů byla provedena syntéza informací o dané problematice za vzniku uceleného přehledu o radiační ochraně pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením. V **praktické části** byl popsán současný stav radiační ochrany pomocí nasbíraných dat. Za pomoci **analýzy FMEA** byla řešena rizika, která mohou vést ke vzniku události na oddělení. Byla provedena **SWOT analýza**, která čtenářům odhalila silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby oddělení v připravenosti na faktory předcházející vzniku události. Následně byly autorkou aplikovány metody **Check-list** a **What-if analýza** pro ověření správnosti postupů během výkonu práce se zdroji ionizujícího záření a výskytu radiační mimořádné události a radiologické události na oddělení. Na závěr byla zhodnocena ochrana radiodiagnostického oddělení a vytvořen návrh vedoucí ke zlepšení radiační ochrany oddělení.

Metody použité v diplomové práci:

- Popis, analýza a zpracování dokumentů, FMEA analýza, dotazníkové šetření, SWOT analýza, Check List, What-If a hodnocení.

Výzkumné otázky:

1. Dodržují radiační pracovníci ochranu před vnějším ozářením?
2. Je zajištěna dostatečná radiační ochrana pacientů?
3. Zjišťují radiační pracovníci před ozářením žen v reprodukčním věku, zda nejsou gravidní?
4. Setkávají se běžně radiační pracovníci na pracovišti s radiační mimořádnou událostí a radiologickou událostí?

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRÁVNÍ PŘEDPISY RADIACNÍ OCHRANY

Předkládaná kapitola vymezuje právní předpisy a další platná ustanovení v oblasti radiační ochrany v radiodiagnostice.

Doporučení Mezinárodní komise pro radiační ochranu – Publikace 103 z roku 2007

Významná publikace, od které se odvíjí mezinárodní doporučení, evropská legislativa a následně národní legislativa v oblasti radiační ochrany. Současná *Publikace 103* nahrazuje a aktualizuje předchozí *Publikaci 60* z roku 1991, která byla jedním ze systémů radiační ochrany a staví se na systému omezení dávek.

Směrnice Rady 2013/59/Euratom ze dne 5. prosince 2013

Směrnice stanovuje základní bezpečnostní normy pro ochranu zdraví osob vystavených profesnímu, lékařskému a ozáření obyvatelstva před nebezpečím vyplývajícím z ionizujícího záření. Vztahuje se na každou plánovanou, existující nebo nehodovou expoziční situaci, která zahrnuje riziko z ozáření ionizujícím zářením, které nelze zanedbat z hlediska radiační ochrany.

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon ze dne 14. července 2016

Problematiku spojenou s mírovým využíváním jaderné energie a ionizujícího záření řeší **atomový zákon**. Byl přijat 1. ledna 2017 a nahradil dosavadní zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření a o změně a doplnění některých zákonů. Zpracovává předpisy Evropského společenství pro atomovou energii a Evropské unie a upravuje je v návaznosti na přímo používané předpisy Evropské unie a Evropského společenství pro atomovou energii.

Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje ze dne 14. prosince 2016

Vyhláška upravující zákon č. 263/2016 Sb., vymezuje předpisy a požadavky na zajišťování radiační ochrany v expozičních situacích.

Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události ze dne 17. října 2016

Vyhláška stanovuje pravidla pro provádění analýzy a hodnocení radiační mimořádné události. Pravidla pro zařazení pracoviště se zdroji ionizujícího záření nebo činnosti v rámci expozičních situací do kategorie ohrožení a postupy a opatření k zajištění připravenosti.

Doporučení Státního úřadu jaderné bezpečnosti:

- **Zkoušky provozní stálosti – skiagrafická filmová pracoviště, skiaskopická pracoviště** – Doporučení se týká rozsahu zkoušek provozní stálosti skiagrafických a skiaskopických rentgenových zařízení a má sloužit jako příručka při plánování a provádění zkoušek provozní stálosti.
- **Zkoušky provozní stálosti – skiagrafické digitální pracoviště** – Doporučení se vztahuje na rozsah zkoušek provozní stálosti skiagrafických digitálních pracovišť a má sloužit jako příručka při plánování a provádění zkoušek provozní stálosti.
- **Zobrazovací proces výpočetní tomografie – zkoušky provozní stálosti** – Doporučení slouží jako návod určený zejména držitelům povolení ke zpracování vlastních metodik k provádění zkoušek provozní stálosti daných CT zařízení a jako příručka při zpracování programu zabezpečování jakosti. Je určeno držitelům povolení.
- **Osobní monitorovací Část I. – zevní ozáření** – Doporučení je věnováno zejména problematice související s aplikací třetího principu radiační ochrany – systému limitování ozáření osob (§ 63 atomového zákona a § 3 až 6 Vyhlášky) a s tím spojeným systémem monitorování jejich ozáření.
- **Program zajištění radiační ochrany z roku 2018** – Doporučení Státního úřadu pro jadernou bezpečnost si klade za cíl usnadnit povinným osobám plnění legislativou uložených povinností a dát návod, jak správně vést dokumentace.

Věstník MZČR – soubor doporučení a návod pro tvorbu místních diagnostických standardů z hlediska radiodiagnostiky jsou významnými Věstníky:

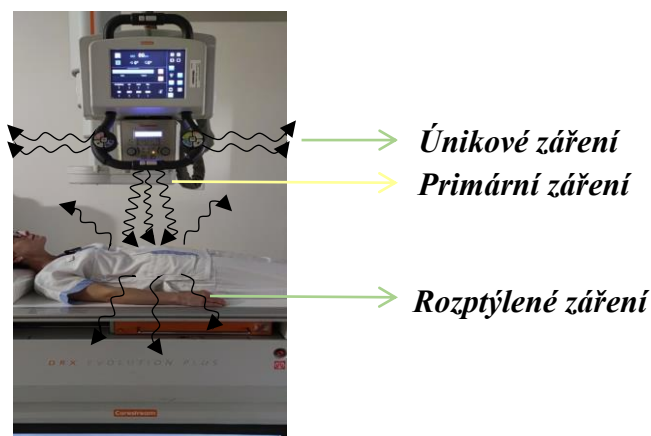
- **Národní radiologické standardy – výpočetní tomografie.**
- **Národní radiologické standardy – skiagrafie, obecná část.**
- **Národní radiologické standardy – skiagrafie, dospělí.**
- **Národní radiologické standardy – skiagrafie, děti.**

Vnitřní předpisy

Každé zdravotnické zařízení se zdroji ionizujícího záření musí mít podle atomového zákona vypracovaný **Dokument pro povolanou činnost**. Zařízení si vytváří také vnitřní předpisy pro upřesnění výkonu jednotlivých pracovníků. Pracovníci se musejí těmito předpisy řídit a dodržovat je.

2 RADIČNÍ OCHRANA PRACOVNÍKŮ

Úvodem kapitoly je nezbytné si uvědomit, **co je zdrojem ozáření pracovníka** (Obr. 1). K nežádoucímu ozáření pracovníka mohou vést tři druhy radiačního pole rentgenových fotonů. Rentgenové paprsky generované v rentgence jsou produkovány izotopně. Ochranné pouzdro rentgenky sice absorbuje většinu fotonů pohybujících se jinam než směrem k pacientovi, ale přesto jich část uniká vně rentgenky v nežádoucím směru a vzniká tzv. **únikové záření**. **Primární svazek** fotonů, který dopadá na vyšetřovaný objekt, interaguje v objektu pomocí fotoefektu a Comptonova rozptylu, jímž vznikají tzv. **rozptýlené fotony**, které se pohybují všemi směry. K ozáření pracovníků z primárního rentgenového svazku dochází pouze výjimečně, a to v momentě, kdy radiolog vkládá ruce do primárního rentgenového svazku (Podzimek, 2022).



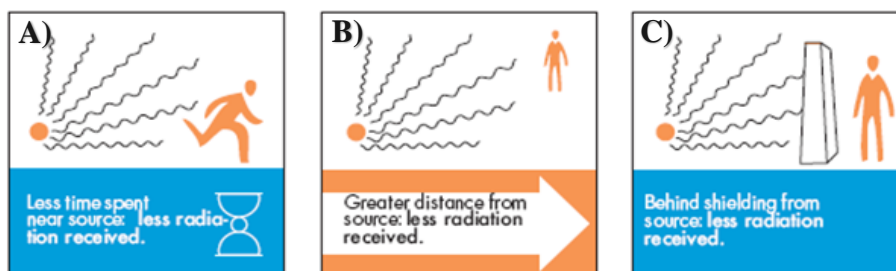
Obr. 1 Zdroj ozáření radiačního pracovníka

Zdroj: Podzimek, 2021

Radiační ochrana pracovníků se vztahuje na aplikující odborníky, tj. na **radiology, radiologické asistenty, lékaře na operačním sále a další pracovníky**, kteří provádějí výkony s použitím zdrojů ionizujícího záření. Předpokladem k nakládání s rentgenovými systémy je kompetence získaná odpovídajícím **vzděláním, praxí a znalostí radiační ochrany** (Súkupová, 2018).

Ochrana pracovníků (Obr. 2) zahrnuje tři základní druhy ochrany před zevním ozářením:

- ochranu časem,
- ochranu vzdáleností,
- ochranu stíněním (Podzimek, 2022).



Obr. 2 Ochrana před vnějším ozářením (A) Ochrana časem; B) Ochrana vzdáleností; C) Ochrana stíněním)

Zdroj: United States Nuclear Regulatory Commission, 2020

Ochrana časem – radiační zátěž je menší tím, čím kratší dobu pobývá radiační pracovník v blízkosti zdroje záření. Dávka pracovníka roste s dobou, po kterou pobývá v blízkosti zdroje záření.

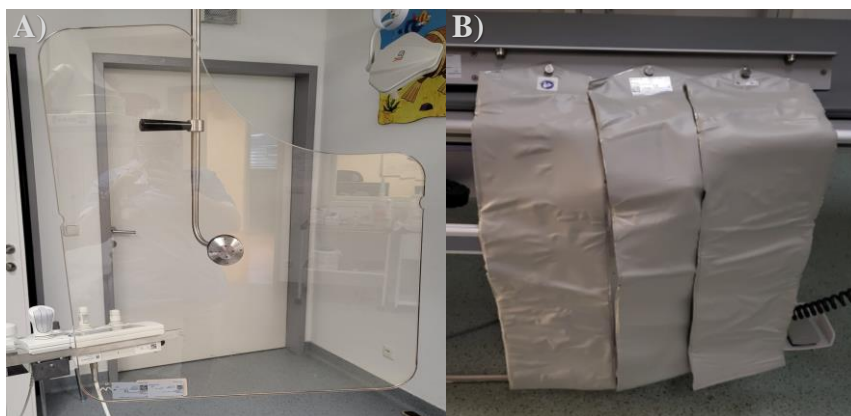
Ochrana vzdáleností – dávkový příkon klesá úměrně s druhou mocninou vzdáleností od zdroje záření. Radiační pracovník by měl mít vždy na mysli, že se musí zdržovat co nejdále od zdroje záření. Ochrana vzdáleností může být řešena vhodným prostorovým uspořádáním pracoviště. **Význam ochrany vzdáleností** lze uvést na příkladu – *odstoupí-li pracovník od zdroje ionizujícího záření z 25 cm do vzdálenosti 1 m, dojde ke snížení jeho dávky šestnáctkrát.*

Ochrana stíněním – ochrana stíněním se zajišťuje vhodným výběrem stínícího materiálu (podle druhu ionizujícího záření a skutečné hodnoty energie dopadajících fotonů), který se umísťuje mezi zdroj záření a stíněný objekt. Rentgenové záření se odstiňuje pomocí materiálu s vysokou hustotou a vysokým nukleonovým číslem (Súkupová, 2018).

Radiační pracovník ke své ochraně využívá mobilní zástěny, ochranný štít, ochranné závěsy (Obr. 3) a osobní ochranné stínící pomůcky (viz kapitola 2.1 *Osobní ochranné stínící pomůcky*) (Burbridge a Mah, © 2017).

Kim (2018) ve svém odborném článku poukazuje na fakt, že ochranné stínící pomůcky jsou cenově nákladné (Tab. 1) a vzhledem k jejich váze mohou znepříjemňovat pohodlí při práci. Váha ochranné zástěry se pohybuje v rozmezí 1 až 5 kg.

Výzkumníci z Jižní Koreje prováděli zjištění o používání osobních ochranných pomůcek. Výsledky ukázaly, že míra používání ochranných zástěr a límců u pracovníků byla přes 80 %, ochranných brýlí pouze 40 % a použití ochranných rukavic byla nižší než 35 % (Kim, 2018).



Obr. 3 Ochrana stíněním (A) Ochranný štít; (B) Závěsné stolní stínění)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 1 Srovnání ceny ochranné zástěry a límce od uvedených firem
(v české měně)

Pomůcka	Ekvivalent olova	Velikost	Typ ochrany	Barrier Technologies	Quirumed
Límec	0,35	M	-	2 262	2 501
Zástěra	0,35	M	přední ochrana	5 035	4 995
	0,35	M	přední a zadní ochrana	8 228	6 793
	0,35	M	sukně a vesta	10 501	10 417

Zdroj: Vlastní zpracování dle nabídek firem Nemocnici Kyjov, 2024

Ochrana je také realizována **stavebními opatřeními** (Obr. 4):

- dostatečnou tloušťkou zdiva,
- barytovou omítkou,
- cihly v kombinaci s barytovou omítkou,
- olovnatým plátem na dveřích,
- olovnatým sklem, které má vysoký obsah oxidu olova.



Obr. 4 Stavební ochranné opatření (A) Označení barytové omítky; B) Označení olovnatých plátů na dveřích; C) Olovnaté sklo)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

2.1 Osobní ochranné stínící pomůcky

Základní a univerzální osobní ochrannou pomůckou před rentgenovým zářením je **ochranná zástěra**. Materiál zástěry bývá nejčastěji použit z olova, ale vzhledem k jeho mechanickým vlastnostem (lámavost v ohybu) je ve formě jemného prášku vmíchán do gumy, která je pak zformována do plátů. Olovnatá guma je mechanicky odolnější než čisté olovo a zároveň díky částicám olova poskytuje i potřebnou ochranu před zářením (Jemelka, 2013).

U osobních ochranných pomůcek se udává tzv. **ekvivalent olova**, který udává míru zeslabení záření v poměru k olovu. Standardní pomůcky mají ekvivalent olova 0,25 mm, 0,35 mm a 0,50 mm (Hušák, 2009). Lakhwani (2018) v odborném článku uvádí, že ochranná zástěra s ekvivalentem 0,50 mm olova odstíní přibližně 99 % dávky záření. V praxi se lze výjimečně setkat s ochrannou zástěrou, která má ekvivalent olova 1 mm, avšak většina pracovišť ji nepořídila z důvodu její hmotnosti.

Ochranné zástěry (Obr. 5) se vyrábí v různých typech (jednodílné nebo dvoudílné zástěry, tj. vesta a sukně) a velikostech. Ochranná zástěra musí zakrývat celý trup až po kolena zepředu i z boku.

Zajímavou novinkou v oblasti ochrany pracovníků je **ochranný závěsný systém Zero Gravity** (Obr. 6) od německého výrobce Biotronik. Je navržen tak, aby zvýšil úroveň radiační ochrany při současné eliminaci hmotnostní zátěže pro lékaře, radiologického asistenta nebo sestru v místech, kdy je během výkonu nutné použít větší množství

rentgenového záření. Těsnost zástěry si lze nastavit v jedenácti stupních „volnosti“ a součástí je také ochranné olovnaté sklo. Systém je dostupný jak pro závěsné nebo pojízdné uchycení ke stropu, tak i jako součást pojízdného stojanu (Biotronik)



Obr. 5 Ochranné zástěry firmy Quirumed (A) Jednodílná zástěra; (B) Dvoudílná zástěra).

Zdroj: Quirumed, © 2004-2021



Obr. 6 Ochranný závěsný systém Zero Gravity firmy Biotronik (A) Ochranný závěsný systém; (B) Závěsný systém ochrany v praxi)

Zdroj: Biotronik, 2024

Ochranný límec (Obr. 7) je vyráběn podobně jako ochranná zástěra. Ekvivalent olova je 0,35 mm nebo 0,50 mm. Ochranný stínící ekvivalent nesmí být nižší než 0,35 mm olova. Hlavním úkolem límce je ochrana štítné žlázy. A aby bylo stínění účinné, musí límec dobře přiléhat ke krku a zapínat se vzadu. Používá se především pro pacienty při intraorálním a panoramatickém rentgenovém vyšetření zubů.

Firma Barrier Technologies (© 2023) na svých webových stránkách zveřejnila článek, kdy používat ochrannou zástěru a límec. Barrier Technologies uvádí, že pracovníci převážně používají pouze ochranné zástěry, jenže zástěry nezakrývají oblast krku. Poukazují na fakt,

že radiační pracovníci zanedbávají kritickou oblast, kde se nachází radiosenzitivní orgán – **štítná žláza**. Obdržené dávky záření jsou kumulativní, nepoužívání ochranného límce může během letité praxe způsobit rozvoj rakoviny štítné žlázy. Nebezpečí rozvoje rakoviny lze předejít právě pravidelným používáním ochranného límce.



Obr. 7 Ochranný límec

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Ochranná rukavice (Obr. 8) s olovnatou podšívkou má za úkol chránit ruku a předloktí. Ekvivalent olova je 0,25 mm. Rukavice byla používána při výkonu radiačního pracovníka, který vkládal ruce do primárního svazku. V současnosti se rukavice již nevyužívá k ochraně pracovníka z důvodu zavedení systému expoziční automatiky. Použití ochranné rukavice může způsobit zvýšení dávky pro pracovníka, pacienta a ostatních pracovníků v místnosti (U. S. Department of Labor).

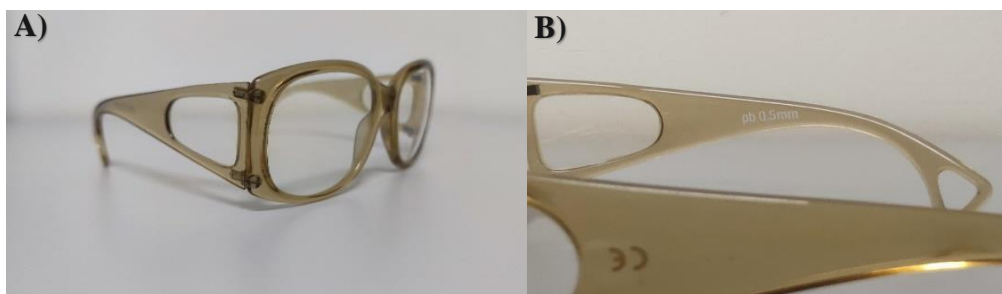


Obr. 8 Ochranná rukavice

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Významnou pomůckou k ochraně očí pracovníka jsou **ochranné brýle** (Obr. 9), které by měly poskytnout dostatečnou ochranu oční čočky. Ekvivalent olova by měl být alespoň 0,25 mm a výše. Brýle jsou v mnoha studiích běžně uváděny jako nejméně používaný ochranný prostředek. Studie dokazují, že pravidelné používání brýlí může snížit radiační zátěž pracovníka o 90 % (Frane, 2023).

Vědci prostřednictvím projektu ORAMED dospěli k názoru, že oční čočka je mnohem citlivější, než se původně předpokládalo. Na základě výzkumu byla aktualizována „doporučení“ vydaná Mezinárodní komisí pro radiační ochranu o limitu ekvivalentní dávky na oční čočku (European Commission, 2013).



Obr. 9 Ochranné brýle (A) Boční pohled na brýle; (B) Na ručkách brýlí je uveden ekvivalent olova 0,50 mm)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Péče o osobní ochranné stínící pomůcky je nezbytná pro zachování integrity olova. Nesprávné použití, opotřebení nebo špatné skladování může vést k poškození olovnaté vrstvy. Pro optimální využití je nutné správné skladování a pravidelná roční kontrola z důvodu zajištění celistvosti olova. Ochranné zástěry by měly být zavěšeny, nikoliv složeny. Složením zástěry může dojít k prasklinám a trhlinám. Kontrola by měla být provedena vizuálně a hmatově, případně i za pomoci rentgenového záření (Obr. 10), kde lze snadno ověřit známky poškození – praskliny (Lakhwani, 2018).



Obr. 10 Kontrola ochranné zástěry pomocí rentgenového přístroje (A) Zesilovač C-ramene během kontroly ochranné zástěry; (B) Rentgenový snímek ochranné zástěry)

Zdroj: Lakhwani, 2018

2.2 Osobní monitorování radiačních pracovníků

Součástí ochrany pracovníků je **osobní monitorování**, které se provádí sledováním, měřením a hodnocením individuálního vnějšího ozáření jednotlivého pracovníka (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.). Systém osobního monitorování pracovníka řeší i problematiku související s aplikací třetího principu radiační ochrany – *princip limitování dávek* (Tab. 2) (Podzimek, 2022). Na pracovníky se vztahují **limity pro radiační pracovníky**, které byly stanoveny tak, aby bylo redukováno riziko výskytu stochastických účinků na nižší úroveň než jeden výskyt na 10 000 pracovníků/rok, což odpovídá „*bezpečnému zaměstnání*“. Současně jsou limity stanoveny tak, aby při jejich dodržení nedošlo ke vzniku deterministických účinků, například ke vzniku katarakty (Súkupová, 2018).

Tab. 2 Základní limity ozáření radiačního pracovníka

	Efektivní dávka	Ekvivalentní dávka		
		v oční čočce	na 1 cm ² kůže	na končetiny
Obecné limity pro obyvatele	1 mSv za kalendářní rok	15 mSv za kalendářní rok	50 mSv za kalendářní rok	-
Limity pro radiační pracovníky	20 mSv za kalendářní rok	50 mSv za kalendářní rok	500 mSv za kalendářní rok	500 mSv za kalendářní rok
	100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let	100 mSv za 5 po sobě jdoucích kalendářních let		
Limity pro studenty (16 až 18 let)	6 mSv za kalendářní rok	15 mSv za kalendářní rok	150 mSv za kalendářní rok	150 mSv za kalendářní rok

Zdroj: Vlastní zpracování dle vyhlášky č. 422/2016 Sb.

Monitorování zevního ozáření osob se uskutečňuje pomocí **osobního dozimetru** (viz kapitola 2.2.1 *Osobní dozimetrie*), který měří osobní dávkový ekvivalent pracovníka. **Osobní dozimetr** má radiační pracovník umístěný na tzv. **referenčním místě**, které je stanoveno na přední levé straně hrudníku (nejvíce ozařovaná oblast těla) nebo na jiném místě v závislosti na geometrii ozáření. Při použití ochranné stínící zástěry musí radiační pracovník osobní dozimetr umístit vně zástěry (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.).

Osobním dozimetrem musí být vybaven každý pracovník, který pracuje na pracovišti se zdrojem ionizujícího záření. Sanchez poukazuje v odborné publikaci na fakt, že **osobní monitorování** je ve značném počtu zdravotnických zařízení **nedostatečné**. Dále uvádí,

že celosvětově až 50 % lékařů nenosí nebo nosí na špatném místě osobní dozimetr (Frane, 2018).

Radiační pracovník může být kromě osobního dozimetru vybaven prstýnkovým dozimetrem nebo jiným dozimetrem, který je vystavený ozáření.

Prstýnkový dozimetr (Obr. 13) může pracovník použít v případě, kdy provádí úkony v okolí svazku záření nebo ve vzdálenosti menší než 10 cm od zdroje záření (Podzimek, 2022). Radiační pracovník nosí prstýnkový dozimetr na prsteníku ruky. Určení, na které ruce, závisí na konkrétní situaci s ohledem na prováděnou činnost a na geometrii ozáření. Státní úřad pro jadernou bezpečnost (2007) v doporučení uvádí, že se dozimetr většinou nosí na pravé ruce, a to pod rukavicemi. O jeho umístění a způsobu nošení by měla rozhodnout radiologický fyzik nebo dohlízející osoba radiodiagnostického oddělení a pravidla pro jeho umístění musí být popsána v programu monitorování oddělení.

Atomový zákon zařazuje **radiační pracovníky**, pro účely osobního monitorování a podle možné míry zdravotního rizika spojeného s ionizujícím zářením, do **kategorie A** nebo **B**. *Radiačním pracovníkem je každá fyzická osoba, která je vystavena profesnímu ozáření.* Zařazení pracovníka do kategorie A nebo B musí být v souladu s vyhláškou č. 422/2016 Sb., a zohledněno očekávané ozáření pracovníka za běžného provozu a jeho potenciální ozáření (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.).

Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje říká, že **radiační pracovník kategorie A** může obdržet *efektivní dávku vyšší než 6 mSv ročně, ekvivalentní dávku vyšší než 15 mSv na oční čočku* nebo *ekvivalentní dávku vyšší než tři desetiny limitu ozáření pro kůži a končetiny*. Osobní monitorování musí být zajištěno pro všechny radiační pracovníky zařazené do kategorie A. Období pro vyhodnocování osobního dozimetru je stanoveno na jeden kalendářní měsíc. **Radiační pracovníci kategorie B** jsou *ostatní radiační pracovníci, kteří nejsou zařazení do kategorie A*. Osobní monitorování není u nich vyžadováno, je jen doporučeno. Pro ty, kteří jsou monitorováni, je kontrolní doba stanovena na tři měsíce. (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.). Souhrn povinností radiačních pracovníků zařazených do kategorie A i B je uveden v tabulce (Tab. 3).

Zaměstnavatel nebo **pověřená osoba** (například dohlízející osoba, klinický radiologický fyzik) musí informovat pracovníka srozumitelným způsobem o výsledcích jeho osobního monitorování.

Výsledky osobního monitorování pracovníků uchovává zaměstnavatel po celou dobu trvání pracovní činnosti zahrnující ozáření ionizujícím zářením, a dále až do doby, kdy osoba dosáhne nebo by dosáhla 75 let věku. V každém případě však alespoň po dobu 30 let po ukončení pracovní činnosti, během které byl pracovník vystaven ionizujícímu záření (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.).

Tab. 3 Povinnosti radiačního pracovníka kategorie A a B

	Kategorie A	Kategorie B
Preventivní lékařská prohlídka	jedenkrát za kalendářní rok	-
Školení radiační ochrany	jedenkrát za kalendářní rok	jedenkrát za kalendářní rok
Odevzdat osobního dozimetru k vyhodnocení	jedenkrát za měsíc	jedenkrát za tři měsíce

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

2.2.1 Osobní dozimetrie

Osobní dozimetrie má za cíl kontrolu dávek osobními dozimetry radiačního pracovníka vzhledem ke stanoveným limitům (Tab. 2).

Službu osobní dozimetrie může provozovat pouze držitel povolení, kterému Státní úřad pro jadernou bezpečnost vydal potřebná povolení. V České republice působí osm subjektů, které mají povolení k zajištění služby osobní dozimetrie. Mezi nejznámější služby patří **VF NUCLEAR** v Černé Hoře nebo **Nuvia Dosimetry** v Praze.

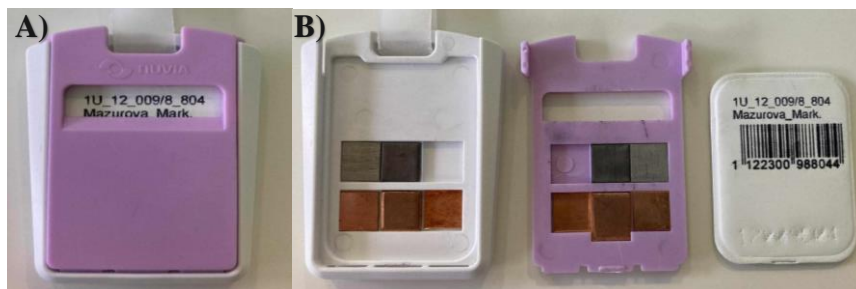
Ekendahl (2012) konstatuje ve svém odborném článku, že celosvětově nejpoužívanějším osobním dozimetrem je termoluminiscenční dozimetr. Na radiodiagnostických pracovištích v České republice je nejvíce rozšířen opticky stimulovaný luminiscenční dozimetr.

Osobní dozimetry používané na jednotlivých radiodiagnostických odděleních v České republice:

- filmový dozimetr,
- termoluminiscenční dozimetr,
- opticky stimulovaný luminiscenční dozimetr,
- elektrický osobní dozimetr.

Filmový dozimetr

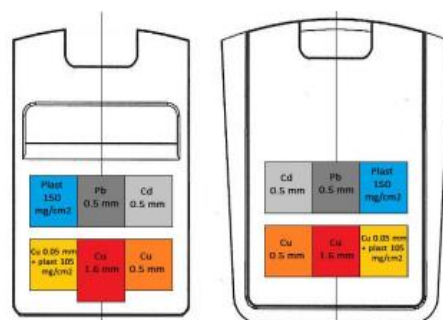
Používá se od 19. století. Je nejstarším přístrojem k zaznamenávání obdržené dávky u radiačního pracovníka. **Složení filmového dozimetru** (Obr. 11) se během dvou století mnohokrát změnilo (Candrová, 2015). Skládá se z dozimetrické kazety s kompenzačními filtry a dozimetrického filmu. Film je oboustranně překryt sadou filtrů tvořených zpravidla mědí, hliníkem, olovem, cínem a dalšími prvky (Obr. 12) (Podzimek, 2022).



Obr. 11 Filmový dozimetr firmy Nuvia Dosimetry (A) Přední strana dozimetru; (B) Dozimetrická kazeta s filtry a obal dozimetrického filmu)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Princip filmového dozimetru – základem dozimetru je fotografická emulze, v níž při ozáření vzniká latentní obraz, který se vyvoláním zviditelní. Míra zčernání filmu, který je uložen v kazetě s filtry, je úměrná dávce ionizujícího záření. Pomocí fotometrické metody se vyhodnotí stupeň zčernání filmu v jednotlivých sekcích a následně se přepočte na dozimetrickou veličinu (Fukátko, 2007).



Obr. 12 Popis filtrů filmového dozimetru (modrý plíšek – plast 150 mg/cm²; tmavě šedý plíšek – olovo 0,5 mm; světle šedý plíšek – kadmium 0,5 mm; žlutý plíšek – měď 0,05 mm a plast 10 % mg/cm²; červený plíšek – měď 1,6 mm; oranžový plíšek – 0,5 mm)

Zdroj: Podzimek, 2022

Výhody:

- Levný materiál.
- Jednoduché vyhodnocení filmů.
- Archivace.
- Možnost odhadu druhu záření a energii fotonového záření (Šín, 2017).

Nevýhody:

- Životnost.
- Náchylnost k poškození vlhkostí a vyššími teplotami (International Atomic Energy Agency, 2004).
- Náročnější laboratorní zpracování (Ekendahl, 2012).

Termoluminiscenční dozimetr

Termoluminiscenční dozimetr (Obr. 13) byl vynalezen v 50. letech minulého století (Radiation Detection Company, ©2023). **Ve světě patří k nejběžněji používaným dozimetřům.** V České republice se používá především jako prstýnkový dozimetr, který radiační pracovník nosí na prsteníku ruky.

Ekendahl (2012) uvádí, že termoluminiscenční dozimetr může být koncipován buď jako komplexní celotělový měřící efektivní dávku, ekvivalentní dávku pro oční čočku a ekvivalentní dávku na kůži, rukou, nebo jako dozimetr podávající informaci o vybrané veličině dávkový ekvivalent v daném místě lidského těla.



Obr. 13 Termoluminiscenční dozimetr

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Princip termoluminiscenčního dozimetru – termoluminiscenční látky mají vlastnost, že záření v nich vybudí elektrony do vyššího energetického stavu, když se ozářená látka

zahřeje (asi na 200 stupňů celsia), elektrony se vrací do základního stavu a přebytek své energie vyžáří ve formě světelných záblesků. Světelné záblesky se pomocí fotonásobiče převádějí na napěťové impulzy a měří (International Atomic Energy Agency, 2004).

Výhody:

- Vysoká citlivost
- Možnost přesného měření odezvy.
- Poměrně široká oblast lineární závislosti mezi dávkou a odezvou dozimetru.
- Možnost opakovaného použití dozimetru.
- Možnost použití látek s vlastnostmi blízkými lidské tkáni (Podzimek, 2022).

Nevýhody:

- Citlivost na světlo a znečištění (Rosina, 2021).
- Pořizovací cena je vyšší než u filmového dozimetru (Štín, 2017).

Opticky stimulovaný luminiscenční dozimetr

Ve dvacátém prvním století se opticky stimulovaný luminiscenční dozimetr (Obr. 14) dostává do popředí a je alternativou termoluminiscenčního dozimetru (Radiation Detection Company, ©2023). Rozdíl mezi dozimetry je ve fyzikálním principu. Termoluminiscenční dozimetr vyžaduje teplo, kdežto u opticky stimulovaného luminiscenčního dozimetru se uplatňuje optická stimulace (stimulace krystalu světlem LED).



Obr. 14 OSL dozimetr

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Princip OSL dozimetru – v detekčním médiu OSL dozimetru jsou krystaly oxidu hlinitého aktivované uhlíkem ($\text{Al}_2\text{O}_3:\text{C}$) (Boetter-Jensen, 2003). Po ozáření ionizujícím zářením jsou

krystaly vyjmuty z kazety dozimetru a jsou ozářeny žlutozeleným světlem, což má za následek emitování modrého světla, které je detekováno fotonásobičem a jeho intenzita je úměrná radiační dávce (Berková, 2015). Naměřená četnost impulsů je zpracována pomocí výpočetního algoritmu a výsledkem je hodnota osobního dávkového ekvivalentu (Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2019).

Výhody:

- Lehký a odolný.
- Metoda vyhodnocení je optická, nevyžaduje zahřívání (Boetter-Jensen, 2003).
- Vysoká citlivost (Statkiewicz-Sherer, 2022).
- Jednoduché a rychlé vyhodnocení (Dhoble, 2022).

Nevýhody:

- Zaznamenává pouze oblast, kde je dozimetr umístěn (Statkiewicz-Sherer, 2022).
- Citlivost na světlo (vystavení detektorů $Al_2O_3:C$ dennímu světlu před vyhodnocením vede k nevratné ztrátě dozimetrické informace).

Elektronický osobní dozimetr

Elektronický osobní dozimetr (Obr. 15) poskytuje aktuální informaci o dávce. Je vybaven zvukovým alarmem, který se rozezní při překročení dávky. Díky signalizaci se elektrický dozimetr uplatňuje především jako doplňkový operativní dozimetr na pracovištích, kde příkon dávkového ekvivalentu může překročit 1 mSv/h (Ekendahl, 2012). K tak vysokým dávkovým příkonům na většině radiodiagnostických pracovišť nedochází.



Obr. 15 Osobní elektronický dozimetr (A) Pohled na zadní stranu dozimetru; B) Elektronický displej poskytující aktuální informaci o dávce)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Princip elektrického dozimetru – je založen na principu křemíkové diody.

Výhody:

- Aktuální informace o dávce.
- Alarm při překročení nastavené úrovně.

Nevýhody:

- Závislost na baterii.
- Vyšší pořizovací cena.
- Horší přesnost měření při nízkých dávkových příkonech (Ekendahl, 2012).

2.3 Radiační ochrana pracovníků na jednotlivých pracovištích

Radiační ochrana pracovníků v radiodiagnostice se liší v závislosti na tom, které konkrétní činnosti vykonávají, například radiační ochrana lékaře provádějící intervenční výkon se liší od radiační ochrany radiologického asistenta, který pracuje u ovládací konzole výpočetní tomografie. Ochrana pracovníků a pacientů spolu výrazně souvisí. Snížení dávek pacientů vede ke snížení dávek pracovníků.

Radiační ochrana pracovníků na skiagrafickém pracovišti

Radiační pracovník se podle zásad radiační ochrany při expozici **zdržuje v ovladovně**, která ho stavebními úpravami chrání před ozářením (Obr. 4). **Stavebními úpravami** je myšlena stěna s dostatečnou tloušťkou a barytovou omítkou, dveře s olovnatou folií a olovnaté sklo mezi ovladovnou a vyšetřovnou. **Dveře** mezi ovladovnou a vyšetřovnou **musí být při expozici zavřeny** (Obr. 16).



Obr. 16 Ovladovna skiagrafické vyšetřovny

Radiační pracovník, podle atomového zákona, nesmí zajišťovat asistenci při expozici dítěte nebo nespolupracujícího pacienta. V případě nutné přítomnosti pracovníka ve vyšetřovně během expozice, musí být vybaven ochrannými stínícími pomůckami včetně osobního dozimetru.

Při expozici pojízdným rentgenovým přístrojem musí radiační pracovník dodržovat nejen **ochranu stíněním**, ale i **ochranu vzdáleností**.

Radiační ochrana pracovníků na skiaskopickém pracovišti

Mezinárodní agentura pro atomovou energii (*zkratka IAEA z angličtiny International Atomic Energy Agency*) ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Státním ústavem radiační ochrany vydala **Desatero radiační ochrany personálu při skiaskopii**, které je součástí přílohy (Příloha P II).

Skiaskopické vyšetření pacienta provádí pouze nezbytně nutný tým radiačních pracovníků. Pracovníci by se měli držet v průběhu expozice od pacienta co nejdále (v případě, kdy je možné poodejít). **Ochrana časem** záleží na lékaři, který vede vyšetření. Zkušený lékař by měl mít dostatečné zkušenosti, aby prováděl skiaskopii v co nejkratší době. Počet použitých akvizičních scén by měl být co nejnižší a jejich délka co nejkratší. Použití pulzního skiaskopického režimu je v současné době samozřejmostí. Skiaskopický i akviziční mód by měl pracovat při co nejnižším počtu pulzů/obrazů za sekundu. Skiaskopické přístroje mají automaticky nastaveno zvukové znamení (alarm), které se rozezní po 5 minutách skiaskopického času. Radiační pracovníci by se měli **mezi vyšetřeními střídát**, aby došlo k rozptýlení celkové dávky mezi více osob (Desatero radiační ochrany personálu při skiaskopii).

Největší radiační zátěž obdrží pracovníci právě při skiaskopických výkonech, proto je při skiaskopických vyšetření kladen velký důraz na ochranu **časem, vzdáleností a stíněním**.

Za pomoci **monitorování rozptýleného záření** při simulovaném vyšetření pomocí fantomu lze stanovit **bezpečné místo**, na kterém radiační pracovníci obdrží co nejmenší dávku.

Radiační ochrana pracovníků na pracovišti výpočetní tomografie

Radiační pracovník by se měl během expozice **zdržovat v ovladovně**, která ho stavebními úpravami chrání před zářením (Obr. 4).

Při intervenčních výkonech prováděných pod výpočetní tomografickou kontrolou musí být radiolog vybaven ochrannou zástěrou a límcem, ochrannými brýlemi a osobním dozimetrem. Použití výpočetní tomografie – skiaskopie by mělo být co nejkratší. Expozice při intervenčním výkonu by měla být prováděna v módu, kdy lze poodejít od vyšetřovacího stolu s pacientem. Pro snížení dávky pacienta i radiologa je vhodné použít co **nejnižší hodnotu proudu rentgenky** (Súkupová, 2019a).

3 RADIČNÍ OCHRANA PACIENTŮ

Technologický pokrok v zobrazovacích metodách směřoval ke **snížení dávky** a zároveň ke **zlepšení kvality obrazu**, ale také k dalším studiím, zabývající se významem kontaktního ochranného stínění při využití systému expoziční automatiky.

Obdržená dávka je velmi nízká, pohybuje se od 0,001 mSv do 20 až 25 mSv v závislosti na zobrazovací metodě a typu vyšetření (Tab. 4) (Strohal, 2020). Srovnání dávky a přirozené radiační zátěže obyvatelstva je uvedeno v příloze (Příloha P III).

Tab. 4 Efektivní dávky pro vybraná vyšetření zobrazovací metodou

Zobrazovací metoda	Diagnostický výkon	Typické efektivní dávky	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
Skiografie	Končetiny a klouby	méně než 0,001 mSv	méně než 3 hodiny
	Plíce (PA projekce)	0,02 mSv	3 dny
	Bederní páteř	1,4 mSv	6 měsíců
Skiaskopie	Polykací akt	1,5 mSv	6 měsíců
	Hlavy	1,6 mSv	7 měsíců
Výpočetní tomografie	Hrudníku	6,1 mSv	2 roky
	Screening rakoviny plic	1,5 mSv	6 měsíců
	Břicha a pánve (nativ a KL)	15,4 mSv	5,1 roků

Zdroj: Radiologyinfo.org, © 2024

Studií bylo prokázáno, že **nevhodným umístěním kontaktního ochranného stínění pacienta** může dojít k situaci, kdy stínění zakryje senzor expoziční automatiky, která kvůli tomu prodlouží expozici. Dojde ke zvýšení dávky, protože rentgenový systém vyhodnotí zeslabení pacientem se stíněním větší, než by bylo bez použití ochranného stínění.

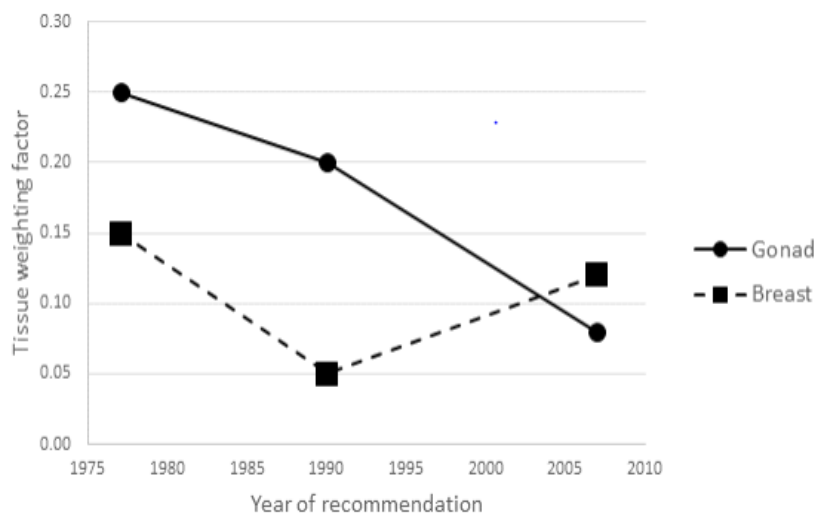
Historie kontaktního ochranného stínění sahá do padesátých let minulého století, kdy bylo zavedeno první ochranné stínění gonád (Obr. 17). Vědci měli obavu, aby nedocházelo k dědičnému poškození vlivem ionizujícího záření. Bylo provedeno několik studií, avšak žádná studie neprokázala vznik dědičného poškození v důsledku ozáření. Závěrem studií bylo stanoveno „**pohlavní orgány nejsou radiosenzitivní**“ tak, jak se vědci původně domnívali. Na základě výzkumných závěrů bylo vydáno několik doporučení, která shrnují

význam ochrany bez kontaktního ochranného stínění. Mezinárodní agentura pro atomovou energii na základě nových zjištění snížila v doporučení (*Publikaci 103*) tkáňový váhový faktor pro gonády na méně než polovinu předchozí hodnoty (Obr. 18 a Příloha P IV) (Hiles, 2021).



Obr. 17 Na základě odborných studií není doporučováno používat kontaktní ochranné stínění gonád (A) Ochranné stínění pro dívky; B) Ochranné stínění pro chlapce)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

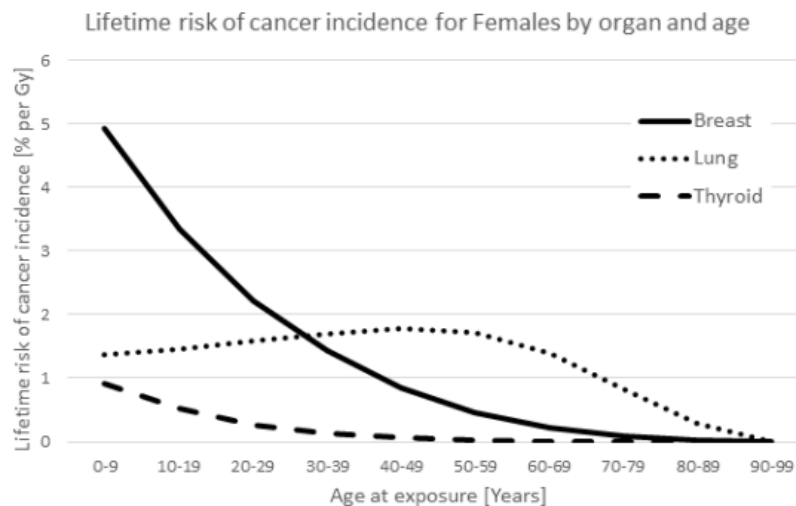


Obr. 18 Grafické znázornění hodnoty tkáňového váhového faktoru pro gonády a mléčnou žlázu vydané Mezinárodní agenturou pro atomovou energii v roce 1977, 1991 a 2007

Zdroj: The British Institute of Radiology, 2020

Odborné výzkumy pokládají kontaktní ochranné stínění pacienta ve většině případů za neúčinné a pro pacienta i nebezpečné. Ochrana pacienta by měla být zaměřena na orgány, které jsou dle Mezinárodní agentury pro atomovou energii považovány za radiosenzitivní a hrozí vlivem stochastických účinků vznik rakoviny (Hiles, 2021). Při posuzování potřeby

ochrany konkrétního orgánu je důležité vzít v úvahu skutečnost, že riziko ionizujícího záření se věkem a pohlavím pacienta mění (Obr. 19). Děti a mladiství jsou třikrát až desetkrát citlivější na ozáření než dospělí. Platí rovněž pravidlo „*dítě není zmenšený dospělý*“. Ve vyvíjejícím se lidském organismu probíhá větší míra dělení buněk, obsahuje vyšší obsah vody a tím absorbují více záření (Lakhwani, 2018). Děti a mladiství mají před sebou roky života, během kterých se mohou účinky projevit na rozdíl od člověka středního věku.



Obr. 19 Grafické znázornění rizika výskytu rakoviny u žen podle orgánu (mléčná žláza, plíce a štítná žláza) a věku

Zdroj: Hiles, 2021

V sedmdesátých letech dvacátého století platilo, že kontaktní ochranné stínění v primárním rentgenovém svazku vede ke snížení dávky. Bylo uváděno, že pomocí ochranného stínění lze snížit dávku pacienta o 30 % až 95 % na jednotlivé orgány (Hiles, 2021). V současné době je **dávka mnohonásobně nižší** než v minulém století. Orgánová dávka na vaječníky při rentgenovém vyšetření pánve v předozadní projekci, na které poukazuje ve svém odborném článku Súpupová (2019a), dosahovala v roce 1980 hodnoty 1,20 mGy a v roce 2012 pouze 0,01 mGy. Také při rentgenovém vyšetření lebky došlo k výraznému poklesu orgánové dávky na mozek z hodnoty 20 mGy (uváděných v letech 1930 až 1959) na aktuální hodnotu v rozmezí 1 až 2 mGy (Súpupová, 2018).

Americká společnost radiologických technologů (zkratka **ASRT** z angličtiny **American Society of Radiologic Technologists**) je podporovatelem používání ochranného stínění během rentgenového vyšetření. Společnost poukazuje na nulové riziko zvýšení dávky u skiagrafického výkonu dolní končetiny při použití ochranné zástěry v oblasti břicha. Ochranná zástěra může zvýšit komfort a důvěru pacienta. Úplné vyřazení ochranných zástěr

a límců z praxe by mohlo zvýšit radiofobii pacientů, která se šíří mezi veřejností, a to z důvodu neodborné mediální publikace o rizicích spojených s lékařským ozářením. **Pracovníci** by měli být před úplným zrušením ochranných zástěr a límců u pacienta **proškolení** v nových pokrocích. Mělo by také dojít k **edukaci veřejnosti**. Mnoho pacientů se stále domnívá, že použití ochranného stínění vede ke snížení dávky a pacienti přicházející na rentgenové vyšetření stále požadují ochranu. Svým požadavkem o poskytnutí ochrany uvádí radiologické asistenty do rozpaků nebo do rozporu s praxí (American Society of Radiologic Technologists, 2021). U pacientů, u kterých má použití ochranného stínění významný psychologický efekt, necht' je stínění používáno i nadále, ale s opatrností při umístění do primárního rentgenového svazku.

3.1 Princip zdůvodnění a optimalizace v ochraně pacientů

Důraz je kladen v radiační ochraně pacienta na **princip zdůvodnění a optimalizaci**.

Princip zdůvodnění

Každá činnost, která vede k ozáření osob, musí být **odůvodnitelná**. Nesmí způsobit více škody než užítku. Každý důvod k ozáření musí vést k nějakému přínosu, jenž vyváží rizika, která při ozáření vznikají. Mělo by dojít k dostatečnému jednotlivému a také společenskému prospěchu (Laubová, 2015).

Princip zdůvodnění lze vysvětlit – podstoupí-li pacient rentgenové vyšetření, které je škodlivé a způsobuje mu určitou újmu. Měl by z tohoto výkonu plynout určitý **benefit pro pacienta**, například diagnostika onemocnění nebo zlepšení stavu nemoci po intervenčním výkonu (Súkupová, 2012).

Indukující lékař by měl před žádostí o vyšetření s použitím ionizujícího záření zvážit, zda nelze požadovanou **diagnostickou informaci** získat **zobrazovací metodou bez použití ionizujícího záření** (ultrazvukové vyšetření nebo vyšetření magnetickou rezonancí). Není-li možné použít jinou diagnostickou metodu, měla by být jasně stanovena indikace, proč je vyšetření s použitím ionizujícího záření požadováno. Měl by být zhodnocen benefit plynoucí z vyšetření (Súkupová, 2018).

V praxi se radiační pracovníci setkávají s **nedodržováním principu zdůvodnění**, a to nejčastěji při:

- Pořízení rentgenového snímku plic u každého pacienta, který navštíví určitou specializovanou ambulanci.

- Vyšetření výpočetní tomografií, která se provádí v krátkých časových intervalech u pacienta, kterému byla stanovena diagnóza. Pacient má nasazenou medikamentózní léčbu na půl roku a každý měsíc v průběhu tohoto půl roku je mu provedeno vyšetření výpočetní tomografií, přičemž samotný výsledek vyšetření v dané situaci nic nezmění. Pacient bude brát léky i nadále (Súkupová, 2012).

Princip optimalizace

Cílem optimalizace je zajistit, aby velikost individuálních dávek, pravděpodobnost ozáření a počet ozářených osob byly na co nejnižší úrovni při respektování hospodářských a sociálních faktorů (Súkupová, 2018). Princip se zkráceně označuje jako **ALARA**. Zkratka vznikla jako *akronym anglických slov As Low As Reasonably Achievable*, do češtiny lze přeložit jako „*tak nízké, jak je to rozumně možné*“.

V rámci optimalizace ozáření pacientů se používají **diagnostické referenční úrovně** (zkratka **DRÚ**). Lékařské ozáření pacientů nepodléhá limitům. Pouze je usměrňováno pomocí již zmíněných diagnostických referenčních úrovní. Jedná se o směrné hodnoty dávek pro běžně prováděné typy vyšetření skupiny standardních pacientů (70 kg ± 5 kg) rentgenovými systémy (skiografie, skiaskopie a výpočetní tomografie). Diagnostické referenční úrovně se nikdy nepoužívají pro jednotlivce, ale vždy pro skupinu pacientů. Jsou rozděleny na dvě úrovně – **národní diagnostické referenční úrovně** a **místní diagnostické referenční úrovně** (Súkupová, 2019b).

Národní diagnostické referenční úrovně jsou stanoveny v příloze č. 22 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Místní diagnostické referenční úrovně si musí každé zdravotnické zařízení provádějící lékařské ozáření stanovit samo. Stanovuje je pro každé běžně prováděné vyšetření nebo výkon (Podzimek, 2021).

3.2 Radiační ochrana pacientů na jednotlivých pracovištích

Umístění kontaktního ochranného stínění v oblasti **mimo primární rentgenový svazek** nemá pro stínění význam, protože velká většina ozáření vzniká rozptylem záření uvnitř pacienta. Proti tomuto ozáření ochranné stínění nefunguje. Při použití ochranného **stínění v primárním svazku** může dojít při opomenutí expoziční automatiky k drastickému zvýšení dávky. Rentgenový systém předpokládá, že se vyšetřuje objemnější pacient, který více

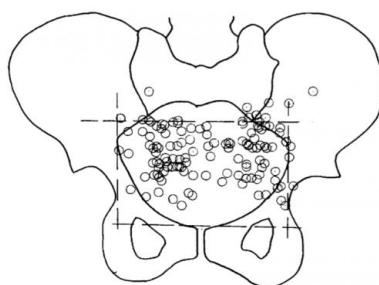
zeslabí záření, proto expozici prodlouží. Stejně je tomu u vyšetření výpočetní tomografií, kdy ochranné stínění v primárním svazku vede ke zvýšení proudu. V případě nastavení expozice manuálně, tak, že ani přítomnost ochranného stínění nezvýší dávku, může dojít k zastínění oblasti ochranným stíněním, čímž se výsledný obraz stává nepoužitelným, i když byla použita požadovaná dávka.

Radiační ochrana pacientů na skiagrafickém pracovišti

V minulosti se používala rentgenová zařízení, která produkovala mimoohniskové záření, a mělo smysl používat kontaktní ochranné stínění. V moderních rentgenových systémech k tomuto jevu nedochází, a proto se nedoporučuje použití ochranné stínění (Súkupová, 2020). Použitím ochranného stínění se absorbuje záření a sníží se radiační zátěž pacienta, ale při **použití expoziční automatiky** (zkratka **AEC** pochází z *anglických slov Automatic Exposure Control*), kterou již disponují všechny rentgenové přístroje, **může naopak dojít ke zvýšení radiační zátěže**. Expoziční automatika očekává určitý signál dopadající na detektor pro vytvoření kvalitního snímku (Súkupová, 2018).

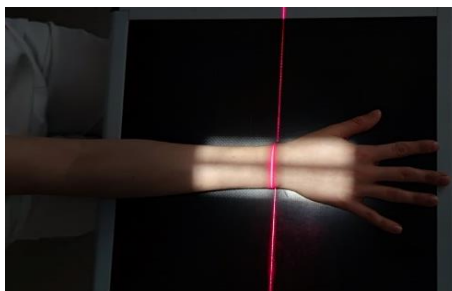
U neklidných a nespolupracujících pacientů může dojít k posunu ochranného stínění do oblasti expoziční automatiky. Následkem je menší signál na expoziční automatice. Stínění zeslabí svazek záření, čímž dojde k enormnímu navýšení expozičních parametrů a ke zvýšení radiační zátěže pacienta.

Současné rentgenové vyšetření umožňuje **dobrou kolimací** odstranit například gonády u muže z primárního svazku pánve. V minulém století se radiologičtí asistenti setkávali s nevhodným umístěním ochranného stínění vaječnicků. Docházelo k situacím, kdy oblast zájmu byla zastíněna ochranným stíněním, protože každá žena má vaječníky umístěny na jiném místě (Obr. 20). Vyšetřování se opakovala bez ochranného stínění (Súkupová, 2020).



Obr. 20 Pozice vaječnicků u 70 žen

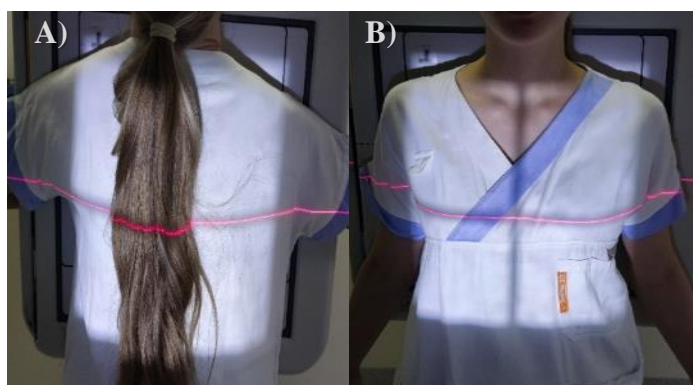
Správná kolimace (Obr. 21) zabraňuje výskytu některých orgánů v primárním svazku a také zlepšuje kvalitu obrazu. Kolimací je redukováno množství rozptýleného záření. Správná kolimace hraje významnou roli i u dětské populace. Při nedostatečné kolimaci se může stát, že jsou ozářeny i sousední orgány, ačkoliv nejsou oblastí zájmu (Statkiewicz-Sherer, 2022).



Obr. 21 Správná kolimace svazku na oblast zájmu – *zadopřední skiagrafická projekce zápěstí*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Obdrženou dávku pacienta v primárním rentgenovém svazku lze také snížit **vhodnou projekcí** (Obr. 22) (Súkupová, 2020). Základem radiologického asistenta, který provádí rentgenová vyšetření, je znalost skiagrafických projekcí. Zadopřední projekce plic a srdce snižuje dávku na prsní tkáň. Zadopřední projekce lebky vede k šetření dávky na oční čočku. U dětí a mladistvých je preferována předozadní projekce plic a srdce, protože se nachází více kostní dřeně v dorzální části těla (obratle, lopatka) (Lakhwani, 2018). Každý pacient není mobilní a zdravý. Skiagrafické projekce musí být přizpůsobeny ke zdravotnímu stavu pacienta.



Obr. 22 Skiagrafická projekce srdce a plic (A) Zadopřední projekce; B) Předozadní projekce)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Použití ochranného stínění **mimo primární svazek** s cílem ochránit **radiosenzitivní orgány** bude mít s největší pravděpodobností efekt v případě, nachází-li se **orgán ve vzdálenosti maximálně 5 cm od primárního svazku**. Pro orgán, který se nachází ve vzdálenosti větší než 5 cm, nemá dle vědeckých výzkumů použití ochranného stínění efekt (Súkupová, 2020).

Nejefektivnějším nástrojem pro minimalizaci radiační zátěže u skiagrafického vyšetření je uváděna **správná kolimace a přídavné filtry, vhodná projekce, digitální receptor obrazu a optimální nastavení expoziční automatiky**.

Radiační ochrana pacientů na skiaskopickém pracovišti

S vývojem zobrazovacích metod využívajících ionizujícího záření se mění osnovy školení radiační ochrany u pracovníků.

Prvním krokem k optimalizaci ochrany pacienta je **periodické vzdělávání pracovníků** v oblasti radiační ochrany a prosazování ochranných strategií. Jednoduché postupy ve vyšetřování mohou hrát hlavní roli v optimalizaci ochrany. Odborný článek Frane (2018) hodnotí periodickou edukaci pracovníků velmi kladně. Bylo zjištěno, že po 20 minutovém videu o ochraně pracovníků v rámci periodického vzdělávání se doba skiaskopického času snížila o třicet až padesát procent.

Mezinárodní agentura pro atomovou energii ve spolupráci se Státním úřadem pro jadernou bezpečnost a Státním ústavem radiační ochrany vydala **Desatero radiační ochrany pacientů při skiaskopii** (Příloha P V), ve kterém je v deseti stručných bodech popsáno zabezpečení ochrany pacienta.

Radiační ochrana pacientů na pracovišti výpočetní tomografie

Vznik artefaktů a ovlivnění automatické modulace proudu může mít za následek během vyšetření výpočetní tomografií ochranné stínění pacienta v primárním svazku (Súkupová, 2020). Při použití ochranného stínění dochází také ke zvýšení dávky na jednotlivé orgány. Studie se zaměřovaly na posouzení **radiosenzitivity** jednotlivých **orgánů** (Příloha P IV). Radiosenzitivním orgánem je **mléčná žláza**, která je vysoce citlivá na záření, zejména u osob mladších třiceti let. U vyšetření hrudníku výpočetní tomografií jsou **plíce** nejcitlivějším orgánem. Použití ochranného stínění prsou při vyšetření by mohlo vést ke zvýšení dávky na plíce (Hiles, 2021). **Oční čočka** je považována za jednu z nejvíce radiosenzitivních orgánů v těle. V případě vyšetření mozku výpočetní tomografií nejnovější studie naznačují,

že strategie snižování dávky jsou účinnější než použití očního ochranného stínění (The British Institute of Radiology, 2020).

Správné nastavení pacienta do izocentra (Obr. 23) před vyšetřením hraje významnou roli při použití automatické modulace proudu. V případě **nedostatečného umístění** pacienta do izocentra dochází k **nárůstu dávky** (Súkupová, 2014). Tack a Kalra (2012) uvádějí, že při nesprávné centraci, 6 cm pod izocentrem, dochází k nárůstu dávky o 41 %. Súkupová (2014) odkazuje ve svém odborném článku na studii, která poukazuje na fakt, kdy **nesprávnou centrací pacienta dochází ke zkreslení tvaru pacienta** na topogramu. Zkreslení vede k volbě odlišných parametrů skenování a ke změně dávky pacientovi.



Obr. 23 Centrace pacienta při vyšetření výpočetní tomografií
(**A**) Správná centrace pacienta v izocentru; (**B**) Nesprávná centrace pacienta v izocentru)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

4 RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST A RADIOLOGICKÁ UDÁLOST V RADIODIAGNOSTICE

Událost, která se může vyskytnout na pracovišti se zdrojem ionizujícího záření, se může dotknout nejen pracovníků, ale i pacientů. K příčině události nejčastěji **dochází v důsledku lidské chyby nebo selhání techniky** (Prouza, 2008).

Události, které se odehrály na území Spojených států amerických, by měly být varovným signálem pro radiační pracovníky z celého světa. V roce 2008 byl v nemocnici Mad River v Atlantě vyšetřen dvouletý chlapec na pracovišti výpočetní tomografie s poraněním krční páteře. **Délka vyšetření trvala 68 minut, provedeno bylo 151 skenů.** Chlapec obdržel **dávku 5,30 Gy na mozek a 3 Gy na kůži.** Přístroj oznamoval chybné hlášení, přesto radiologická asistentka vyšetření dokončila (Domino, 2010). V únoru 2008 až srpnu 2009 bylo 260 pacientů při vyšetření **přednastaveným protokolem na výpočetní tomografií perfúzní vyšetření mozku ozářeno dávkou 8krát vyšší,** než je standardní pro tento typ vyšetření. Během vyšetření pacienti **obdrželi dávku 3 až 4 Gy na oblast hlavy** (Casey, 2009). Příčinu nadměrné expozice vyšetřovatelé stanovili jako nesprávnou rekonfiguraci vyšetřovacího protokolu pro perfúzi mozku z důvodu zlepšení schopnosti lékařů vidět průtok krve v mozku. Protokol musel být zaměstnanci pozměněn (Zarembo, 2009).

Zabránit události nelze, pouze je možné snižovat riziko jejich vzniku, a to na základě poučení z událostí, které se již staly. Současným trendem je snaha o takovou radiační bezpečnost, jejíž technické řešení je založené na **pasivní bezpečnosti,** čímž se snižuje vliv lidského faktoru a jeho možné selhání (Podzimek, 2022).

4.1 Radiační mimořádná událost

Radiační mimořádná událost je v atomovém zákoně definována jako „*událost, která vede nebo může vést k překročení limitů ozáření, a která vyžaduje opatření, jež by zabránila jejich překročení nebo zhoršení situace z pohledu zajištění radiační ochrany*“ (Česko, zákon č. 463/2016 Sb.). Podle závažnosti je kategorizována do tří skupin: radiační mimořádná událost 1. stupně, radiační nehoda a radiační havárie.

Atomový zákon vymezuje **radiační mimořádnou událost 1. stupně** jako „*radiační mimořádná událost zvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikne*“ (Česko, zákon č. 463/2016 Sb.). Při vzniku události je nutné varovat ohrožené

osoby, aktivovat zasahující osoby, učinit opatření k omezení ozáření osob a úniku radioaktivních látek do životního prostředí. Událost se musí do dvaceti čtyř hodin oznámit Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost.

Příklady radiační mimořádné události 1. stupně:

- Požár, při kterém je nutné evakuovat pacienty mimo pracoviště.
- Požár, při kterém hoří zdroje ionizujícího záření.
- Závažné technologicko-stavební poruchy.
- Selhání stínění nebo zabezpečovacích prvků zdroje ionizujícího záření.
- Ztráta kontroly nad CT.
- Nevypnutí expozice přístroje.
- Samovolné spuštění expozice.

Událost, která se liší od radiační mimořádné události ve zvládnutelnosti obsluhy a pracovníků se označuje jako radiační nehoda. **Radiační nehodou** se rozumí „*radiační mimořádná událost nezvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla, nebo vzniklá v důsledku nálezu, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která nevyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo*“ (Česko, zákon č. 463/2016 Sb.). Je nezbytné, aby držitel povolení kontaktoval při takové události do čtyř hodin Státní úřad pro jadernou bezpečnost a v případě důvodného podezření na odcizení nebo při ztrátě zdroje ionizujícího záření i Policii České republiky.

Radiační havárii atomový zákon definuje jako „*radiační mimořádná událost nezvládnutelná silami a prostředky obsluhy nebo pracovníků vykonávajících práci v aktuální směně osoby, při jejíž činnosti radiační mimořádná událost vznikla, nebo vzniká v důsledku nálezu, zneužití nebo ztráty radionuklidového zdroje, která vyžaduje zavedení neodkladných ochranných opatření pro obyvatelstvo*“ (Česko, zákon č. 463/2016 Sb.).

Vyhláška č. 359/2016 Sb., o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události stanovuje pravidla, podle kterých se pracoviště se zdroji ionizujícího záření dělí do kategorií. Rozhodující prvky jsou možné ohrožení a velikosti možných dopadů radiační nehody nebo radiační havárie. Jaderná zařízení, pracoviště se zdroji ionizujícího záření

nebo činnosti v rámci expozičních situací se zařazují do **kategorie A až E** (Česko, vyhláška č. 359/2016 Sb.). **Radiodiagnostická oddělení je zařazeno do kategorie ohrožení C.**

V radiodiagnostice může dojít pouze k radiační mimořádné události 1. stupně. Má omezený a lokální charakter, k jejímu řešení jsou dostačující síly prostředky obsluhy. Riziko vzniku události je velmi nízké. Radiační mimořádná událost typu **radiační nehoda** nebo **radiační havárie** je na radiodiagnostickém oddělení **nepravděpodobná**.

Držitel povolení pro používání zdroje ionizujícího záření je povinen zajistit na oddělení **havarijní připravenost** a uvést do praxe požadavky na obsah připravenosti, tj. technické, organizační i personální podmínky, které umožňují co nejrychlejší zvládnutí výskytu radiační mimořádné události. Havarijní připravenost a příprava zaměstnanců je nedílnou součástí pro prevenci vzniku a šíření radiační mimořádné události (Podzimek, 2022).

4.2 Radiologická událost

Radiologická událost je jakákoliv nezáměrná událost při užití ionizujícího záření. Její definice je vymezena v atomovém zákoně jako „*chybné lékařské ozáření pacienta*“. Nežádoucím ozáření pacienta může dojít v důsledku lidské nebo technické chyby. Jedná se zejména o chybu obsluhy, selhání přístroje nebo jinou nepředvídatelnou nehodu, jejíž důsledky nemohou být opomenuty z hlediska radiační ochrany a která vede především k chybnému ozáření pacienta nebo může vést ke zvýšení ozáření radiačního pracovníka nebo veřejnosti (například doprovod pacienta) (Podzimek, 2022). **Převážná většina radiologických událostí je způsobena lidskými chybami.**

Radiologická událost je:

- jakékoliv ozáření násobně vyšší než potřebné,
- opakování snímku,
- záměna pacienta,
- vyšetření jiného orgánu nebo tkáně, než bylo plánováno,
- při výkonu prováděném u těhotné ženy dojde k ozáření zárodku nebo plodu přímým svazkem, které nebylo indikováno (Podzimek, 2022).

Vyhláška č. 422/2016 Sb. klasifikuje radiologické události do kategorie A, B nebo C podle závažnosti události. Zařazení a kritéria události jsou znázorněny v příloze č. 23 vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.

5 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Teoretická část diplomové práce shrnuje poznatky z oblasti radiační ochrany radiačních pracovníků a pacientů v radiodiagnostice. Za pomoci odborné tuzemské i zahraniční literatury, informací z odborných článků a právních předpisů byla rozebrána problematika ochrany pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením na jednotlivých pracovištích oddělení – skiografie, skiaskopie a výpočetní tomografie. Na oddělení může docházet k událostem, které se mohou dotknout pracovníků, ale i pacientů. Autorkou byly prostřednictvím atomového zákona a navazující vyhlášky o radiační ochraně definovány radiační mimořádné události a radiologické události, které mohou lidskou chybou nebo technickým selháním vzniknout na radiodiagnostických odděleních.

Autorka na základě odborné publikace dospěla ke zjištění, že na trhu je velký výběr ochranných stínících pomůcek, kterými se radiační pracovníci mohou chránit. S technickým pokrokem došlo k výraznému snížení dávek pacientů. Je proto důležité seznamovat veřejnost s vývojem ochrany. Použití kontaktního ochranného stínění může pacientovi zvýšit dávku díky expoziční automatice. Obzvláště důležité je seznamovat pacienty a poučit je o významu ochrany bez kontaktního ochranného stínění.

Cílem teoretické části je informovat čtenáře o způsobu radiační ochrany pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením na radiodiagnostických odděleních. Poznatky, které byly získány v teoretické části, budou následně využity v praktické části diplomové práce.

V praktické části budou vypracovány analýzy událostí, která budou zaměřena na faktory vzniku události. Dále budou zpracovány analýzy, na základě kterých bude ověřena správnost postupů během výkonu povolání radiologického asistenta. Závěrem bude zhodnocena ochrana pracovníků a pacientů radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov a navrhnutá opatření ke zlepšení ochrany.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 RADIČNÍ OCHRANA RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ

V úvodní kapitole praktické části je představeno radiodiagnostické oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace a následně zmapována současná radiační ochrana pracovníků a pacientů na oddělení.

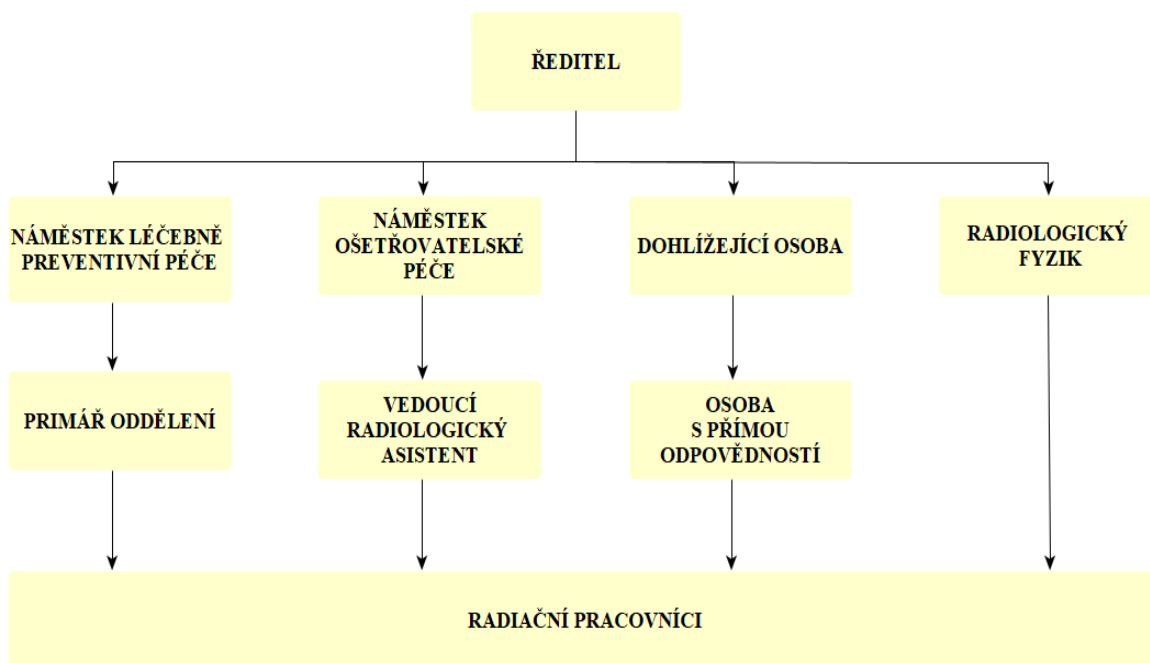
Dle zveřejněných údajů Státního úřadu pro jadernou bezpečnost je v České republice každoročně provedeno přibližně více než deset milionů rentgenových vyšetření. Radiodiagnostické oddělení Nemocnice Kyjov provede ročně více než padesát tisíc rentgenových vyšetření (Tab. 10). Vyšetření s použitím ionizujícího záření je součástí a prázákladem moderních zobrazovacích metod v lékařství. Bez nich je diagnostika nemocí nemyslitelná. Skiagrafické, ultrazvukové vyšetření, vyšetření výpočetní tomografií nebo magnetickou rezonancí využívají různou měrou takřka všechna oddělení Nemocnice Kyjov a to ke stanovení příčiny a rozsahu postižení onemocnění. Intervenční výkony prováděny za pomoci výpočetní tomografické kontroly mají nejen diagnostický, ale i léčebný význam.

Radiologický asistent, radiolog a další personál radiodiagnostického oddělení se přímo i nepřímo podílí na provádění výkonu. V současnosti tvoří rentgenové vyšetření jen část náplně pracovníků, přesto mohou obdržet významné osobní dávky. Přístup pracovníků by měl být přizpůsoben tomu, aby obdrželi co nejmenší dávky, tj. aby byla optimalizována jejich radiační ochrana.

6.1 Organizační struktura oddělení

Organizační struktura je organizovaný systém, ve kterém je práce rozdělena, seskupena a koordinována. Představuje jakousi kostru oddělení, která umožňuje plnit její plánované cíle. Základními prvky organizování jsou specializace, koordinace, vytváření útvarů, rozpětí řízení, dělba kompetencí (Havlíková, 2023).

Organizační strukturu radiodiagnostického oddělení je tvořena **primářem**, který je podřízen náměstkovi léčebně preventivní péče. Další důležitou osobou vedení oddělení je pověřen **vedoucí radiologický asistent**, který je podřízen náměstkovi pro ošetrovatelskou péči. Na oddělení dle atomového zákona musí být stanovena **dohlížející osoba, osoba s přímým dohledem** a **klinický radiologický fyzik**, který je na oddělení zaměstnán jako externí pracovník.



Obr. 24 Organizační struktura radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov

Zdroj: Vlastní zpracování dle Dokumentace pro povolanou činnost, 2024

6.2 Dokumentace radiodiagnostického oddělení

Atomový zákon udává povinnost držiteli povolení, který nakládá se zdrojem ionizujícího záření, zpracovat **Dokumentaci pro povolanou činnost**.

Dokumentace pro povolanou činnosti byla zpracována primářem radiodiagnostického oddělení s platností od 1. srpna 2023. Jedná se již o třetí verzi. Interval revize dokumentu byl stanoven jedenkrát za čtyři roky. Obsahem dokumentu je:

- program zajištění radiační ochrany,
- program monitorování,
- návrh na vymezení kontrolovaného pásma,
- vymezení sledovaného pásma,
- vnitřní havarijný plán,
- analýza a hodnocení mimořádné události,
- postupy optimalizace radiační ochrany.

Zvláštní povinností držitele povolení v oblasti zajišťování radiační ochrany, který vykonává činnost v rámci plánované expoziční situace a nakládá se zdroji ionizujícího záření, je zpracování ročního **hodnocení způsobu zajištění radiační ochrany** vykonávané činnosti. Dle atomového zákona musí být držitelem povolení zasláno hodnocení Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost nejpozději do 30. dubna následujícího kalendářního roku.

Dokument musí obsahovat:

- Popis posouzení optimalizace radiační ochrany na základě výsledků osobního monitorování.
- Přehled a rozbor odchylek od běžného provozu a překročení monitorovacích úrovní nebo dávkových optimalizačních mezí a přijatých opatření.
- Přehled plnění povinností zajišťování poskytování pracovnělékařských služeb radiačních pracovníků.
- Vzdělání radiačních pracovníků.
- Posouzení vybavenosti ochrannými prostředky a pomůckami.
- Hodnocení stavu zdroje ionizujícího záření.
- Posouzení zabezpečení zdroje ionizujícího záření.
- Přehled a rozbor radiologických událostí.
- Přehled revizí místních diagnostických referenčních úrovní.

Autorce práce byl umožněn přístup k **hodnocení**, která posuzovala **způsob zajištění radiační ochrany** v letech **2020, 2021 a 2022**. Během tří let nedošlo na oddělení k překročení monitorovacích úrovní, dávkových optimalizačních mezí pro radiační pracovníky ani fyzických osob. Ve sledovacím období nevznikla žádná radiologická událost typu A a B, avšak byla několikrát zaznamenána **radiologická událost typu C**. Místní diagnostické referenční úrovně byly porovnány s Národními diagnostickými referenčními úrovněmi uvedenými v příloze č. 22 k vyhlášce č. 422/2016 Sb. Ve sledovacím období uvedeném výše bylo zjištěno, že u všech uvedených přístrojů a vyšetření byly dávkovou studií **zjištěny Místní diagnostické referenční úrovně nižší než Národní diagnostické referenční úrovně**. Radiačními pracovníky kategorie A byla **absolvována periodická roční pracovnělékařská prohlídka**. Vybavení osobními ochrannými pracovními stínícími pomůckami **bylo zhodnoceno** ve sledovaném období **kladně** (tzn. dobrá úroveň pomůcek).

Kontrola stavu ochranných pomůcek je každoročně prováděna dohlízející osobou (tj. primář oddělení) ve spolupráci s vedoucím radiologickým asistentem. V případě, že by ochranná pomůcka nevyhovovala, byla by pomůcka ihned vyřazena z provozu. Hodnocení stavu zdroje ionizujícího záření na základě výsledků prováděných zkoušek je uvedeno v příloze (Příloha P VI).

Držitel povolení musí mít podle právních předpisů **archivovány následující dokumenty a záznamy:**

a) Po celou dobu používání zdroje ionizujícího záření:

- Povolení Státního úřadu jaderné bezpečnosti.
- Dokumentaci pro povolanou činnost.
- Návod k obsluze v českém jazyce a technická dokumentace od rentgenových přístrojů.
- Jmenování dohlízející osoby a doklady o zvláštní odborné způsobilosti dohlízející osoby, doklad o zvláštní odborné způsobilosti osoby s přímým dohledem.
- Protokoly o převímacích zkouškách.
- Evidenci zdrojů ionizujícího záření.
- Protokoly o měření neúčinného záření.
- Certifikát a protokol z Externího klinického auditu.
- Místní radiologické standardy a Místní diagnostické referenční úrovně pro jednotlivá rentgenová zařízení.

b) Pro určité období:

- Záznamy pořízení v rámci dohledu nad radiační ochranou – **10 let** od pořízení záznamu.
- Protokoly o zkouškách dlouhodobé stability – archivace **3 roky** od provedení zkoušky.
- Protokoly o zkouškách provozní stálosti – archivace **1 rok** od provedení zkoušky.

- Záznamy o radiační mimořádné události 1. stupně - archivace **5 let** od vyhlášení události.
- Záznamy o expozičních parametrech pro jednotlivé vyšetření – archivace po dobu **10 let**
- Výsledky osobní dozimetrie radiačních pracovníků dle atomového zákona (viz kapitola 2.1 *Osobní dozimetrie*).
- Záznamy o pracovně-lékařských prohlídkách radiačních pracovníků.
- Doklady o provedených školení z radiační ochrany, vnitřního havarijního plánu a zásahových instrukcí – archivace po dobu **10 let** od provedení záznamu.
- Šetření radiologických událostí – archivuje se po dobu **10 let** od vzniku radiologické události.
- Záznam o provedení Interního klinického auditu – archivuje se po dobu **10 let** od provedení auditu.

6.3 Základní ekonomické a personální údaje oddělení

Informace zmíněné v kapitole 6.3 byly získány na základě osobní konzultace s primářem radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov.

Ekonomika v datech

Radiodiagnostické oddělení získává finance od nasmlouvaných pojišťoven a za zhotovení CD. Celkové výnosy jsou rostoucího rázu (Tab. 5). Za provoz oddělení a platy zaměstnanců je však nutné získané finance opět vydat. Náklady oddělení byly v roce 2023 nepatrně vyšší než v roce 2022.

Tab. 5 Celkové náklady a výnosy oddělení v letech 2022 a 2023
(v české měně)

Celkové náklady a výnosy	2022	2023
Náklady	43 250 534	46 936 139
Výnosy	97 591 489	132 080 240
Hospodářský výsledek	54 340 955	85 144 101

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Největší položkou vynaložených financí (Tab. 6) jsou každoročně osobní náklady, do kterých jsou zahrnuty především platy zaměstnanců. Lze pozorovat i vysoké náklady za servisní práce (Tab. 6), které byly v roce 2023 o 387 200 Kč vyšší než v roce 2022. Služba osobní dozimetrie byla pouze o pár desítek tisíc dražší v roce 2023 z důvodu zvýšení cen za služby než v roce 2022. Za nejméně nákladnou položku roků 2022 a 2023 je považován nákup osobních ochranných pracovních prostředků. V roce 2023 byl nákup osobních ochranných pracovních prostředků dražší o 19 725 Kč než v roce 2022.

Tab. 6 Vybrané přímé náklady oddělení v letech 2022 a 2023
(v české měně)

Vybrané přímé náklady	2022	2023
Dozimetrie	123 592	164 909
Kontrolní služby a technické prohlídky	376 468	277 744
Smluvní servis a servisní práce	3 799 255	4 186 454
Osobní ochranné pracovní prostředky	5 732	25 457

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Pro **provoz oddělení** je nutností zajistit základní dodávky energií a služeb (Tab. 7). Faktury za energie na radiodiagnostické oddělení jsou financovány z vlastního celoročního rozpočtu oddělení. Každoročně oddělení vynaloží nejméně nákladů za vodu. S nárůstem cen energií bylo pravděpodobné, že provozní náklady v roce 2023 byly vyšší než v roce 2022, a v roce 2024 budou ještě vyšší než v roce 2023.

Tab. 7 Provozní náklady oddělení (v české měně)

Provozní náklady oddělení	2022	2023
Voda	11 055	12 957
Plyn (pára/teplo)	253 257	298 618
Elektrická energie	1 113 029	1 536 897
Prádlo	185 414	190 299
Vývoz, uložení a likvidace odpadu, včetně nebezpečného odpadu	108 106	128 193

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Nemocnice Kyjov má jako každý poskytovatel zdravotní péče **uzavřeny smlouvy** se zdravotními pojišťovnami pro proplácení zdravotních výkonů pacientů – klientů jednotlivých pojišťoven. Celkový počet pojišťoven, se kterými kyjovská nemocnice jedná, spolupracuje a které proplácejí výkony pacientů, je sedm. V roce 2023 obdržela nemocnice nejvíce financí od Všeobecné zdravotní pojišťovny České republiky, nejméně od Odborové zdravotní pojišťovny zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví (Tab. 8). Důležitá je rovněž meziroční změna, která udává rozdíl příjmů od zdravotních pojišťoven za meziroční období. Největší meziroční změna byla pozorována u Odborové zdravotní pojišťovny zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví, nejmenší naopak u RBP, zdravotní pojišťovny (dříve Revírní bratrská pokladna).

Tab. 8 Výnosy oddělení ze zdravotních pojišťoven (v české měně)

Zdravotní pojišťovna	2022	2023	Meziroční rozdíl
Všeobecná zdravotní pojišťovna České republiky	47 511 547	67 629 787	20 118 229
Vojenská zdravotní pojišťovna	2 182 780	2 823 632	640 853
Česká průmyslová zdravotní pojišťovna	20 917 639	27 032 167	6 114 488
Odborová zdravotní pojišťovna zaměstnanců bank, pojišťoven a stavebnictví	1 510 116	2 295 049	784 934
Zdravotní pojišťovna ministerstva vnitra České republiky	10 284 035	13 322 445	3 038 410
RBP, zdravotní pojišťovna	8 490 334	9 410 642	920 309

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Zhotovení CD se záznamem vyšetření na žádost pacienta je zpoplatněno. Výše ceny za jedno CD činí od 1. ledna 2023 80 Kč. Výnosy za zhotovení CD (Tab. 9) vzrostly v roce 2023 o 20 822 Kč než v roce 2022. Nárůst výnosu za zhotovení CD je zapříčiněno zvýšením poplatku za CD z 50 Kč na 80 Kč.

Tab. 9 Výnosy oddělení za zhotovení CD (v české měně)

	2022	2023
Výnosy za zhotovení CD	55 207	76 089

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Radiodiagnostické oddělení je ročně navštíveno více než **padesáti tisíci pacienty**. Nejvíce **pacientů** je odesíláno na **skiagrafické vyšetření**, nejméně na skiaskopické vyšetření (Tab. 10). Jeden pacient může absolvovat více vyšetření během jednoho dne na radiodiagnostickém oddělení (například jedno skiagrafické vyšetření a jedno vyšetření výpočetní tomografií).

Tab. 10 Výkonnostní ukazatel zobrazovacích metod na oddělení v letech 2020 až 2022

Zobrazovací metoda	2020	2021	2022
Skiografie	42 187	46 606	51 427
Skioskopie	1 514	1 493	1 716
Výpočetní tomografie	9 480	9 952	10 731
Celkem	53 181	58 051	63 874

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Ceník nejčastějších diagnostických výkonů (Tab. 11) prováděných na oddělení, včetně ceny kontrastní látky (Tab. 12) je uveden v následující tabulce. Výše **cen za jednotlivé výkony** jsou stanoveny dle vyhlášky č. 319/2023. Sb., o stanovení hodnot bodu, výše úhrad za hrazené služby a regulačních omezení pro rok 2024. Každoročně je vydána nová vyhláška.

Tab. 11 Ceník vybraných diagnostických výkonů na oddělení (v české měně)

Zobrazovací metoda	Diagnostický výkon	Cena	
Skiografie	Srdce a plíce	290	
	Bederní páteř	312	
	Končetiny (ruka, noha)	266	
Skioskopie	Polykací akt	446	
Výpočetní tomografie	Hlava (nativ)	1 552	
	Hrudník (nativ)	1 552	
	Screening rakoviny plic	1 387	
	Břicha a pánve s kontrastní látkou	per os intravenózně	893 927

Zdroj: Vlastní zpracování dle vyhlášky č. 319/2023 Sb., 2024

Kontrastní látka používána u skiaskopického vyšetření polykacího aktu se nazývá *Micropaque*, a u vyšetření výpočetní tomografií je *per os* podáván *Ultravist 300* a *intravenózně* je podáván *Iomeron 400*. Ultravist 300 je podáván pacientovi nařazený s vodou před vyšetřením. V rámci vyšetření břicha a pánve výpočetní tomografií je nejčastěji podána kontrastní látka *per os* a následně *intravenózně*. O způsobu podání kontrastní látky rozhodne radiolog na základě diagnózy pacienta a požadovaného vyšetření.

Tab. 12 Ceník kontrastních látek při diagnostickém vyšetření na oddělení (v české měně)

Kontrastní látka	200 ml	100 ml	90 ml	20 ml
Iomeron 400	-	690 Kč	621 Kč	-
Micropaque	58 Kč	-	-	-
Ultravist	-	-	-	72 Kč

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Lidské zdroje

Podmínkou výkonu činnosti pracovníka radiodiagnostického oddělení je způsobilost k právním úkonům, bezúhonnost, zdravotní způsobilost a dle pracovní pozice i odborná způsobilost.

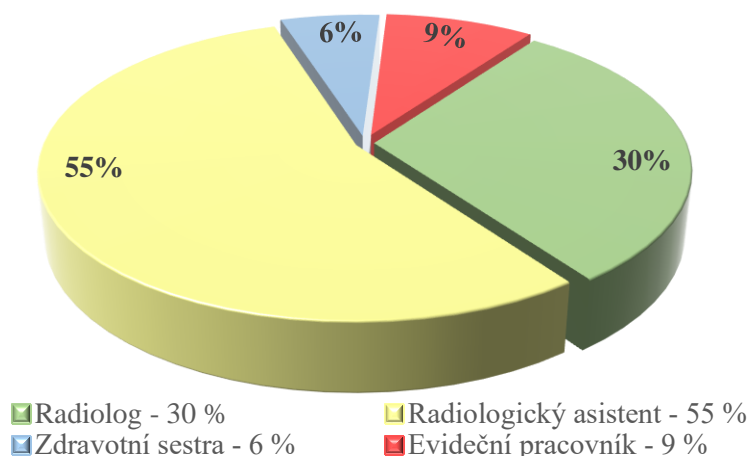
Radiologický asistent je hlavní pracovní silou oddělení. Větší část diplomové práce je tak zaměřena na výkon radiologického asistenta. Odborná způsobilost asistenta je dána zákonem č. 96/2004 Sb., o podmínkách získávání a uznávání způsobilosti k výkonu nelékařských zdravotnických povolání a k výkonu činností souvisejících s poskytováním zdravotní péče a o změně některých souvisejících zákonů.

Nemocnice Kyjov na radiodiagnostickém oddělení zaměstnává (Graf 1) **osmnáct radiologických asistentů** (55 %), **deset lékařů** – radiologů (30 %), **dvě zdravotní sestry** (6 %) a **tři evidenční pracovnice** (9 %). Náplň práce evidenční pracovnice spočívá v evidování příchozích pacientů na vyšetření, objednávek pacientů na jednotlivá vyšetření a zajištění chodu oddělení.

Z celkového počtu osmnácti radiologických asistentů má atestaci třináct asistentů se specializací v radiodiagnostice. Čtyři radiologičtí asistenti jsou ve specializační přípravě. Jeden asistent je prozatím bez atestace. Také osm radiologů z devíti bylo atestováno z oboru radiologie.

Radiodiagnostické oddělení Nemocnice Kyjov nabírá nové radiační pracovníky. Počet zastoupení pracovníků je více méně konstantní. V porovnání s procentuálním zastoupením žen a mužů v jednotlivých věkových skupinách je mužů přijímáno výrazně méně. V roce 2022 byla nejvíce zastoupenou skupinou pracovníků v rozmezí 41 až 50 let. Jedná se o dlouhodobý trend, jelikož se často jedná o pracovníky, kteří na radiodiagnostickém oddělení pracují již delší dobu a jsou s prací a vedením nemocnice spokojeni. Nejméně zastoupenou skupinou jsou pracovníci do 25 let. Z hlediska odborného vzdělání jde o pochopitelný trend, jelikož jsou na profese nelékařských zdravotnických oborů kladeny vysoké nároky s nutností vystudování vysoké školy.

Nemocnice Kyjov radiačním pracovníkům radiodiagnostického oddělení vyplácí mzdu dle národních platových tabulek. Plat je vyměřován podle zařazení pracovníka do platových tříd.



Graf 1 Procentuální znázornění personálu radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

6.4 Školení radiačních pracovníků

Podle platných právních předpisů je povinností **držitele povolení**, tj. **zaměstnavatele** seznamovat radiační pracovníky se zásady radiační ochrany při práci se zdroji ionizujícího záření a s vnitřním havarijním plánem včetně zásahových instrukcí. Znalost radiační ochrany, dodržování principů radiační ochrany, zásahových instrukcí v případě mimořádné události musí být pravidelně ověřována a kontrolována. Školení pro radiační pracovníky je organizováno prezenční formou zakončené písemným testem (Příloha P VII) a je zajišťováno dohlízející osobou ve spolupráci s externí firmou Raprofy. Časové rozmezí obnovy školení je stanoveno u všech radiačních pracovníků na jeden rok. O provedení

školení musí být vytvořen záznam (Příloha P VIII), jehož obsahem je rozsah školení, datum školení, jméno školitele, jméno a podpis školeného pracovníka, kritéria hodnocení ověření znalostí a výsledek ověření znalostí.

6.5 Pracovnílékařské prohlídky radiačních pracovníků

Povinností radiačního pracovníka kategorie A je absolvování periodické **pracovnílékařské prohlídky** u poskytovatele pracovnílékařských služeb. V případě neabsolvování prohlídky je uchazeč o zaměstnání nebo radiační pracovník považován za zdravotně nezpůsobilého k výkonu práce. Odmítnutí absolvování pracovnílékařské prohlídky je považováno jako porušení povinnosti, která vyplývá z právních předpisů a zákoníku práce. Pracovnílékařské prohlídky musí být prováděny jako **vstupní, periodické, mimořádné a výstupní**.

Lékař provádějící pracovnílékařské služby obdrží jednou ročně od dohlízející osoby **přehled obdržených dávek pracovníků**. Přehled dávek radiačních pracovníků za rok 2022 je součástí přílohy (Příloha P IX).

6.6 Osobní monitorování radiačních pracovníků

a) Osobní monitorování

Zaměstnavatelem je zajišťováno pro radiační pracovníky kategorie A **osobní monitorování** osobními dozimetry podle platných právních předpisů. Mezi radiační pracovníky kategorie A jsou zařazeni radiační pracovníci radiodiagnostického oddělení, tj. radiolog, radiologický asistent. **Vyhodnocovacím obdobím** osobních dozimetrů u radiačních pracovníků kategorie A je **jeden kalendářní měsíc** (Tab. 13). **Radiačními pracovníky kategorie B** jsou **ostatní pracovníci**, tj. **lékaři na operačním sále, instrumentářky, zdravotní sestry** asistující při endoskopickém retrográdním cholangiopankreatikografickém vyšetření a **další zdravotnický personál**. Monitorování radiačních pracovníků kategorie B je prováděno také osobními dozimetry s vyhodnocovacím obdobím **tři měsíce**.

Tab. 13 Počet radiačních pracovníků kategorie A a B

Pracovník	Cyklus	Počet pracovníků
Radiační pracovník kategorie A	měsíční cyklus	25
Radiační pracovník kategorie B	čtvrtletní cyklus	80

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Periodické dodání a následné vyhodnocení osobních dozimetřů radiačních pracovníků je zajištěno smluvně se službou osobní dozimetrie **VF Nuclear**, která sídlí v Černé Hoře.

Dohlízející osoba společně s vedoucím radiologickým asistentem jsou odpovědni za vedení seznamu radiačních pracovníků, informování pracovníků o výsledcích z osobního monitorování, případně i o postupech prošetření příčin dosažení vyšetřovací nebo zásahové úrovně a za evidenci osobních dávek. Evidence osobních dávek za rok 2022 je přiložena v příloze (Příloha P X).

b) Monitorovací úrovně

Dle atomového zákona jsou stanoveny **tři monitorovací úrovně** (Tab. 14):

- **Záznamovou** – je stanovena na nejmenší detekované hodnotě měřené veličiny (Tab. 14). Překročení záznamové úrovně – údaj o překročení musí být zaznamenán a uchován.
- **Vyšetřovací** – je stanovena pro radiační pracovníky v tabulce (Tab. 14), jejíž dosažení či překročení je podnětem k následnému šetření. Během vyšetřování by mohlo být zjištěno, zda se jednalo o osobní dávku, zda pracovník používal ochranné stínící pomůcky a v jakém rozsahu. Pokud hodnota efektivní dávky by překračovala vyšetřovací úroveň, mělo by být provedeno šetření příčin a zjištění důsledků výkyvu sledované veličiny radiační ochrany.
- **Zásahovou** – je stanovena pro radiační pracovníky v tabulce (Tab. 14), při jejímž překročení musí být provedeno předem stanovené opatření k nápravě vzniklého stavu a zabráněno nežádoucímu rozvoji vzniklého stavu. Při překročení zásahové úrovně je provedeno poučení pracovníka o zásadách radiační ochrany a šetření, zda nedošlo k překročení limitů.

Dohlízející osobou musí být **provedeno šetření o překročení zásahové úrovně**, a to:

- Musí být ověřen pracovní postup, při kterém by mohlo dojít k překročení.
- Musí být stanoveny skutečné dávky (odečtení zeslabení v zástěře).
- Prověřeny ochranné pomůcky.
- Zajištěny opatření k dosažení normálního stavu.

Dohlízející osobou musí být proveden záznam do protokolu o radiační mimořádné události 1. stupně – *o vzniku, průběhu a šetření události*.

Záznamová úroveň již byla u jednoho radiačního pracovníka kategorie B **překročena**. Byl proveden záznam o šetření zvýšené osobní expozice radiačního pracovníka (Příloha P XI).

Držitel povolení, tj. **zaměstnavatel** musí neprodleně oznamovat Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost překročení efektivní dávky ze zevního ozáření převyšující hodnotu 10 mSv za jedno monitorovací období a překročení efektivní dávky ze zevního ozáření převyšující hodnotu 15 mSv od začátku kalendářního roku s vyhodnocením příčin takové situace a přijatými závěry.

Tab. 14 Stanovené monitorovací úrovně

Úroveň			
Typ dozimetru	Záznamová	Vyšetřovací	Zásahová
Hodnoty jsou uvedeny po přepočtu pod ochrannou zástěrou.			
Osobní dozimetr, <i>jednoměsíční sledování</i>	Hp(10) = 0,05 mSv	Hp(10) = 2 mSv/měsíc součet od začátku kalendářního roku E = 5 mSv.	Součet od začátku kalendářního roku E = 15 mSv.
Osobní dozimetr, <i>tříměsíční sledování</i>	Hp(10) = 0,05 mSv	Hp(10) = 2 mSv/3 měsíce součet od začátku kalendářního roku E = 4 mSv.	Součet od začátku kalendářního roku E = 6 mSv.
Osobní dozimetr, <i>tříměsíční sledování (studenti)</i>	Hp(10) = 0,05 mSv	Hp(10) = 1 mSv / 3 měsíce součet od začátku kalendářního roku E = 3 mSv.	Součet od začátku kalendářního roku E = 6 mSv.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

c) Dávková optimalizační mez

Dávková optimalizační mez je definována jako horní mez předpokládaných osobních dávek a je stanovena pro účely optimalizace radiační ochrany pro daný zdroj ionizujícího záření v plánované expoziční situaci.

Zákon č. 422/2016 Sb. uvádí, že každý, kdo provádí radiační činnost, je povinen zajistit, byla při optimalizaci radiační ochrany použita **dávková optimalizační mez pro radiační**

pracovníky a fyzickou osobu, která může vstoupit do sledovaného nebo kontrolovaného pásma. V případě, že je fyzická osoba zaměstnancem kyjovské nemocnice a vstupuje do kontrolovaného nebo sledovaného pásma opakovaně, musí být zařazena jako **radiační pracovník**.

Dávkové optimalizační meze (Tab. 15) byly stanoveny na základě výsledku osobní dozimetrie radiačních pracovníků radiodiagnostického oddělení za poslední 3 roky. Hodnoty mezi **by neměly být překročeny**, pokud se tak stane, bude provedeno dohlížející osobou detailní šetření překročení.

Tab. 15 Stanovené dávkové optimalizační meze

Dávková optimalizační mez	Efektivní dávka po přepočtu pod ochrannou zástěrou za kalendářní rok
Radiační pracovníci radiodiagnostického oddělení	3,5 mSv
Radiační pracovníci operačních sálů	2,5 mSv
Radiační pracovníci kategorie B (studenti)	1 mSv
Fyzické osoby vstupující do kontrolovaného a sledovaného pásma	0,25 mSv
Osoba, dobrovolně pomáhající fyzické osobě podstupující lékařské ozáření	0,5 mSv

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

6.7 Operativní hodnoty

Pro fyzickou osobu, která není radiačním pracovníkem a má povoleno vstoupit do sledovaného nebo kontrolovaného pásma radiodiagnostického oddělení, je kyjovská nemocnice, která je držitelem povolení povinna stanovit **operativní hodnoty** (Tab. 16) pro zajištění nepřekročení dávkových optimalizačních mezí pro obyvatel podle atomového zákona.

Tab. 16 Stanovené operativní hodnoty pro sledované a kontrolované pásmo

Operativní hodnoty	Efektivní dávka po přepočtu pod ochrannou zástěrou za kalendářní rok
Sledované pásmo	0,05 mSv
Kontrolované pásmo	0,10 mSv

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

6.8 Vymezení kontrolovaného a sledovaného pásma na oddělení

Vymezení kontrolovaného pásma na oddělení

Kontrolované pásmo je ohraničeno na základě ustanovení v atomovém zákonu pro pracoviště se zdroji ionizujícího záření, kde lze předpokládat, že by *efektivní dávka mohla být vyšší než 6 mSv ročně* nebo že by *ekvivalentní dávka mohla být vyšší než tři desetiny limitu pro radiačního pracovníka pro kůži anebo končetiny* nebo *15 mSv pro oční čočku* (Česko, zákon č. 263/2016 Sb.).

Držitelem povolení byl vymezen **rozsah kontrolovaného pásma pro vyšetřovnu č. 6 – skiaskopické pracoviště**. Radiační pracovníci se při vyšetření pacienta mohou zdržovat v blízkosti rentgenového přístroje a nelze vyloučit, že budou dosahovat úrovní ozáření, která jsou kritériem pro **vymezení kontrolovaného pásma**. Dle protokolu měření rozptýleného záření je připuštěno, že *průměrný příkon prostorového dávkového ekvivalentu na pracovním místě může být vyšší než 2,5 $\mu\text{Sv/h}$* .



Obr. 25 Vymezení kontrolovaného pásma pro vyšetřovnu 6 – skiaskopie (dříve byla vyšetřovna využívána pro intervenční radiologii)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

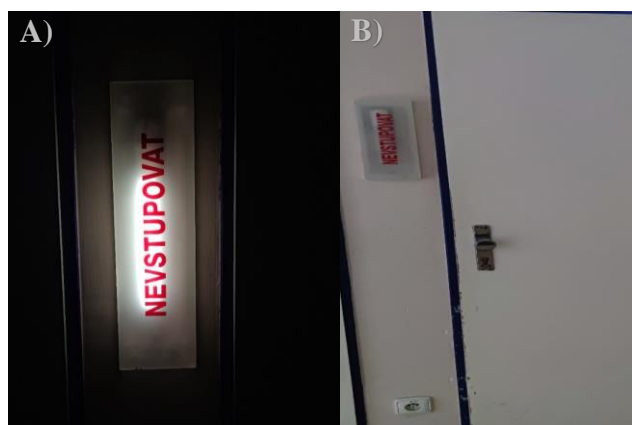
Stavební ochranné stínění v kontrolovaném pásmu:

- **dveře** – tloušťka olova je 3,20 mm,
- **stěny a strop** – tloušťka barya je 3,50 mm,
- **pozorovací okýnko** – tloušťka olova je 1,50 mm.

Ochranné stínící pomůcky na pracovišti kontrolovaného pásma:

- **ochranná zástěra** – 3 kusy, ekvivalent olova 0,35 mm,
- **ochranný límec** – 3 kusy, ekvivalent olova 0,50 mm,
- **ochranné brýle** – 2 kusy, ekvivalent olova 0,75 mm.

Vstupy do vyšetřovny musí být **opatřeny signálním světlem**, které indikuje zapnutí zdroje ionizujícího záření.



Obr. 26 Světelný signál u vstupu do vyšetřovny (A) Světelný signál signalizující zapnutí zdroje ionizujícího záření; (B) Světelný signál je na oddělení umístěný vedle vstupních dveří do vyšetřovny. Dveře jsou zajištěny bezpečnostní koulí z čekárny, kterou nelze otevřít

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Vstupní dveře do vyšetřovny musí být zajištěny klikou (Obr. 26), která je otevíratelná pouze zevnitř místnosti a **označeny znakem radiačního nebezpečí s upozorněním** „Kontrolované pásmo se zdrojem ionizujícího záření, nepovolaným osobám vstup zakázán“ a údaji o charakteru zdroje ionizujícího záření a riziky s ním spojenými.



Obr. 27 Označení umístěné na vstupních dveřích kontrolovaného pásma na oddělení

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Do **kontrolovaného pásma** mohou **vstoupit**:

- fyzické osoby,
- inspektor Státního úřadu pro jadernou bezpečnost,
- osoba mladší 18 let, která se připravuje na výkon povolání,
- těhotná žena,
- uklízeč a údržbář.

Fyzické osoby, které nejsou oprávněny trvale pracovat v kontrolovaném pásmu, musí být před vstupem do pásma prokazatelným způsobem poučeny o rizicích a zásadách bezpečného pohybu ve vyšetřovně se zdrojem ionizujícího záření a s riziky ionizujícího záření. Například osoba provádějící servis. Při jejich pobytu v kontrolovaném pásmu **nesmí být překročena dávková optimalizační mez pro fyzické osoby** (viz kapitola 6.6 *Osobní monitorování radiačních pracovníků – Dávková optimalizační mez*). Fyzické osoby jsou doprovázeny po celou dobu **radiačním pracovníkem kategorie A**, který jako **jediný smí pracovat v kontrolovaném pásmu**. V případě fyzické osoby, která se podrobuje v kontrolovaném pásmu lékařskému ozáření, se poučení dle první věty na začátku odstavce nepožaduje.

Do pásma může samostatně vstoupit **inspektor Státního úřadu pro jadernou bezpečnost**.

Osoba mladší 18 let může do kontrolovaného pásma vstoupit, pokud se v pásmu připravuje na výkon povolání nebo se v něm má podrobit lékařskému ozáření.

Těhotná žena může do kontrolovaného pásma vstoupit, pokud v něm pracuje nebo se má podrobit lékařskému ozáření. Nesmí být u ní překročena hodnota efektivní dávky 1 mSv za kalendářní rok (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.). Pro plod by měly být zajištěny stejné podmínky jako pro obyvatelstvo (Súkupová, 2018).

Úklid a údržba může v pásmu pracovat samostatně jako fyzická osoba, pokud je zajištěno, že v době jejich přítomnosti nemůže být zařízení uvedeno do provozu (Česko, vyhláška č. 422/2016 Sb.). Osoby jsou proškoleni dohlížející osobou z radiační ochrany o zásadách bezpečného pohybu v pásmu.

V ovladovně musí být uložena **knihá návštěv kontrolovaného pásma** (Příloha P XII). Do knihy musí být evidován každý vstup osoby do pásma – tzn. jméno fyzické osoby, datum, důvod pobytu, doba pobytu v kontrolovaném pásmu a odhad dávky v kontrolovaném pásmu. Údaje stvrdí osoba, která vstupuje do pásma, svým podpisem. Na základě záznamů v knize návštěv lze usoudit, že pravidelnými návštěvníky kontrolovaného pásma je zdravotnický

personál gastroenterologické ambulance Nemocnice Kyjov provádějící endoskopickou retrográdní cholangiopankreatikografii pod skiaskopickou kontrolou.

Vymezení sledovaného pásma na oddělení

V atomovém zákoně je definováno sledované pásmo jako pracoviště „kde lze předpokládat, že by efektivní dávka mohla být vyšší než 1 mSv ročně nebo by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než jedna desetina limitu ozáření pro radiačního pracovníka pro oční čočku, kůži a končetiny, je držitel povolení nebo registrant povinen vymezené pásmo, dokumentovat jeho provoz a zajistit radiační ochranu fyzické osoby do něj vstupující“ (Česko, zákon č. 263/2016 Sb.). Ze zákona vyplývá, že sledované pásmo je vymezeno tam, kde se dá očekávat možné překročení obecného limitu.

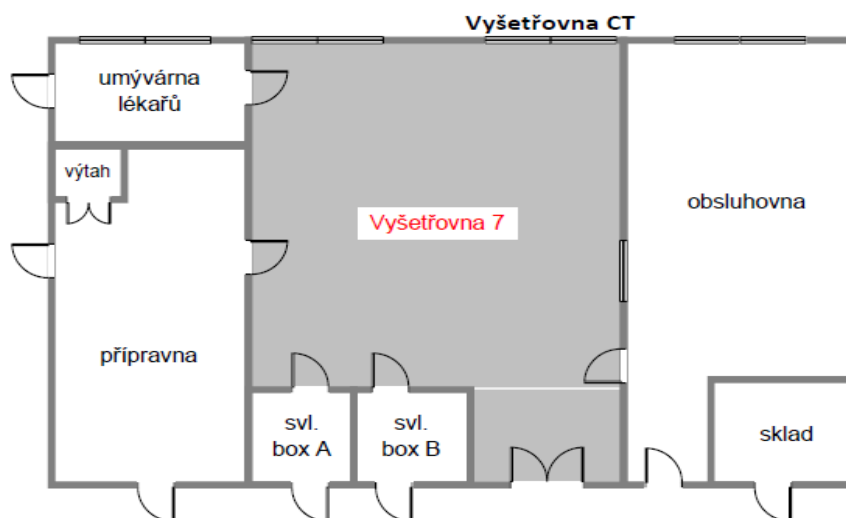
Status sledovaného pásma radiodiagnostického oddělení byl udělen pracovištím, která jsou uvedena v tabulce (Tab. 17).

Tab. 17 Seznam pracovišť sledovaného pásma na oddělení

Pracoviště	Přístroj	Zobrazovací metoda
7	Philips Brilliance ICT	CT
4	AMULET Innovality	Mamografie
1 3	Carestream DRX-Evolution	Skiografie (stabilní)
Sklad	Polymobil Plus	Skiografie (pojízdná)
RDG oddělení	Carestream	
Interní JIP	Motion Mobile	
Novorozenecké oddělení	GMM Mac	
Sklad	Practix 160	
ARO	FUJI FDR Go	Chirurgická JIP
Interní JIP		
Operační sály	OEC Fluorostar 7900 Series	skiaskopicko - skiagrafický pojízdný

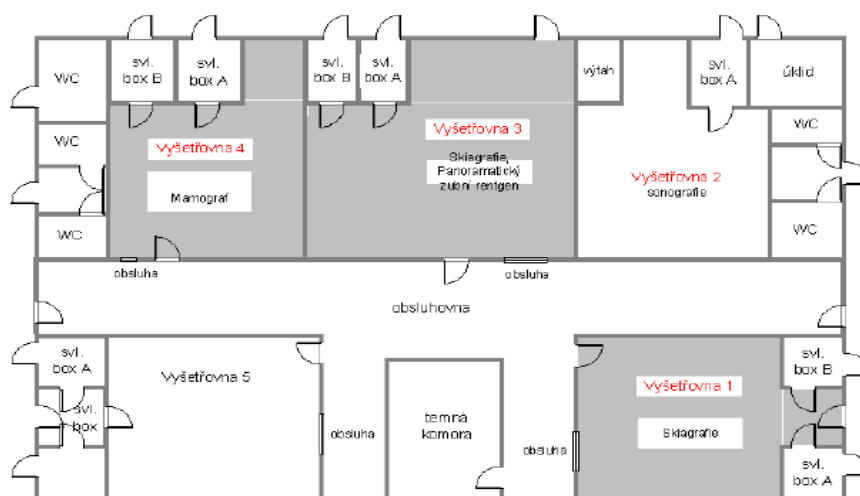
Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Plány pracovišť s vymezeným sledovacím pásmem jsou znázorněny na následujících obrázcích (Obr. 28 a Obr. 29).



Obr. 28 Vymezení sledovaného pásma na pracovišti výpočetní tomografie – vyšetřovna 7

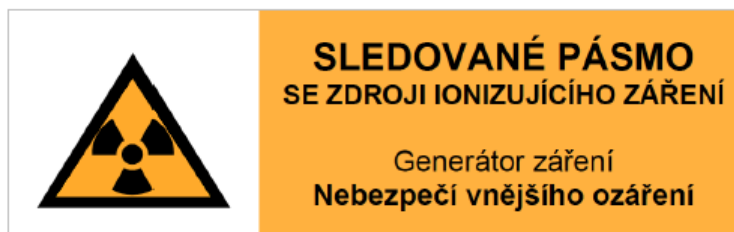
Zdroj: Vlastní zpracování, 2024



Obr. 29 Vymezení sledovaného pásma vyšetřovny 1 a 3 – skiagrafie

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Všechny vstupní dveře do vyšetřoven se **stabilním rentgenovým přístrojem** jsou zajištěny kliky otevíratelné pouze zevnitř místnosti (koule) a označeny varovnými tabulkami se znakem radiačního nebezpečí a upozorněním „*Sledované pásmo se zdrojem ionizujícího záření*“ a s údajem o charakteru zdroje ionizujícího záření. Vstupy do vyšetřovny musí být opatřeny signálními světly, která indikují zapnutí zdroje rentgenového záření.



Obr. 30 Označení umístěné na vstupních dveřích sledovaného pásma na oddělení

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

V případě použití **pojízdného rentgenového přístroje** je **sledované pásmo vymezeno v okruhu 2,50 m od zdroje ionizujícího záření**. Pojízdný rentgenový přístroj je označen varovnou cedulí se znakem radiačního nebezpečí a s upozorněním „*Sledované pásmo se zdrojem ionizujícího záření v okruhu 2,50 m od zdroje ionizujícího záření*“ a s údajem o charakteru zdroje ionizujícího záření a rizika s ním spojená.

Pro **fyzickou osobu**, která **není radiačním pracovníkem** a vstupuje do sledovaného pásma, musí být dohlížející osobou stanoveny v programu monitorování **operativní hodnoty** (Tab. 16) pro zajištění nepřekročení dávkových optimalizačních mezí pro obyvatele. Fyzickou osobou, která vstoupí do sledovaného pásma, se rozumí **doprovod pacienta**, který dobrovolně poskytuje pomoc pacientovu a svým podpisem v prohlášení (Příloha P XIII) stvrzuje souhlas ozáření.

Pracovní místo, z kterého je prováděna expozice, je odděleno od vyšetřovny olovnatým sklem. Radiační pracovníci a fyzické osoby, kteří během výkonu musí být ve vyšetřovně, která je vymezena sledovacím pásmem, musí být vybaveni ochrannými stínícími pomůckami (Tab. 18). Jedná se zejména o ochrannou zástěru a límec.

Tab. 18 Ochranné pomůcky uložené na pracovištích sledovaného pásma oddělení, část 1.

Ochranné stínící pomůcky pracoviště		
Ochranné stínící pomůcky	Počet kusů	Ekvivalent olova
Výpočetní tomografie		
Olovnatá zástěra pro dospělé	2 kusy	0,50 mm
Olovnatá zástěra pro děti	2 kusy	0,50 mm
Olovnatý límec	1 kus	0,35 mm

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 19 Ochranné pomůcky uložené na pracovištích sledovaného pásma oddělení pokračování Tab. 18, část 2.

Ochranné stínící pomůcky pracoviště		
Ochranné stínící pomůcky	Počet kusů	Ekvivalent olova
Vyšetřovna 1		
Olovnatá zástěra	1 kus	0,35 mm
Olovnatá bederní zástěra	3 kusy	0,50 mm
Olovnatý límec	1 kus	0,50 mm
Vyšetřovna 3		
Olovnatá zástěra	1 kus	0,35 mm
Olovnatá bederní zástěra	3 kusy	0,50 mm
Olovnatý límec	1 kus	0,50 mm
Mobilní skiagrafický přístroj		
Olovnatá zástěra	1 kus	0,50 mm
Olovnatý límec	1 kus	0,50 mm
Operační sály		
Olovnatá zástěra	3 kusy	0,50 mm
Olovnatý límec	3 kusy	0,50 mm

Zdroj. Vlastní zpracování, 2024

6.9 Analýza opakovaných vyšetření na jednotlivých pracovištích radiodiagnostického oddělení

Vést záznam o opakovaných vyšetření je povinností každého držitele povolení dle atomového zákona. Provést zápis o opakovaném vyšetření do *Deníku opakovaných vyšetření* je povinen každý radiační pracovník, který vyšetření provádí. Zpracováním záznamu je pověřen vedoucí radiologických asistentů, který jednou za rok provádí retrospektivní analýzu podle *Deníku opakovaných vyšetření* na jednotlivých pracovištích oddělení. Vyhodnocení je prováděno součtem za jednotlivá období.

Autorkou práce bylo vymezeno pro zpracování analýzy období 2020 až 2022. Počet opakovaných vyšetření je vztažen k celkovému počtu expozic na jednotlivých přístrojích.

Skiaskopické pracoviště není v kapitole 7.2 uvedeno z důvodu nezaznamenaného žádného opakovaného vyšetření.

Nemocnice Kyjov
ANALÝZA OPAKOVÁNÍ SNÍMKŮ
Vyšetřovna:

Datum	Jméno pacienta	Rok nar. pac.	Vyšetřovaná oblast a projekce	A E C	Důvod opakování snímku (vypsát*)	R.A.	Podpis R.A.
12.10.	HAGSLOVA JANA	60	NOVÉHO KOSTEJE	A	ROZTRŽENÝ	Bc. Jitka Radová	[Podpis]
12.10.	ŠIMONOVSKÝ JIŘÍ	67	FETUR	A	ROZTRŽENÝ	Bc. Jitka Radová	[Podpis]
15.11.	NOVOTNÝ STAN	32	PAŇEV	A	NEPLNĚNÍ	Bc. Jitka Radová	[Podpis]
	WIMAZLOVÁ P. G. O.	60	TH	A	POKŮB	Bc. Jitka Radová	[Podpis]
19.10.	HAJÁK JIŘÍ	53	HLEZNO	A	NEPLNĚNÍ ANATOMIE	Bc. Michaela Varmuzová	[Podpis]
21.10.	LENGR	87	SIP		ARTROZA	Bc. Jaroslav Kříž	[Podpis]
22.10.	HELIŠT PAVEL	57	KRČENÍ		OPAKOVANÝ	RADIOLOG. ASISTENT	[Podpis]
1.	REHARZEL ST.	85	KRČENÍ		OPAKOVANÝ	RADIOLOG. ASISTENT	[Podpis]
5.1.	ŠTEPÁNEK JIŘÍ	42	K. HTC	A	ROZTRŽENÝ	Bc. Jitka Radová	[Podpis]
8.1.	NOVOTNÝ	44	RAMENO		NEPLNĚNÍ	Bc. Jaroslav Kříž	[Podpis]
8.1.	REHARZEL ST.	63	PLÍCE		NEPLNĚNÍ	Bc. Michaela Varmuzová	[Podpis]
9.1.	KOBIKOVÁ EVANKA	53	PLÍCE		ARTROZA	Bc. Michaela Varmuzová	[Podpis]
11.1.	ČUJK PRAMIČEK JIŘÍ	73	L-PAT.		NEPLNĚNÍ ANATOMIE	Bc. Jaroslav Kříž	[Podpis]

Obr. 31 Archivní list z Deníku opakovaných vyšetření

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Skiografie – vyšetřovna č. 1 a 3

- Příklad – **Carestream DRX-Evolution Plus.**

Opakování expozic pouze na základě rozhodnutí radiologického asistenta nebo radiologa.

Nejčastější důvody k opakování vyšetření:

- nespolupráce pacienta,
- pohybová neostrost,
- chybné polohování,
- chyba kolimace,
- technické selhání přístroje.

Tab. 20 Počet opakovaných vyšetření v letech 2020 až 2022 – skiografie

	2020	2021	2022
Celkový počet	358	139	109

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Skiografie – pojízdná

- Příklad – **Carestream, Fuji Film FDR Go Plus, MAC, Mobil Motion a Practix 160.**

Opakování expozic pouze na základě rozhodnutí radiologického asistenta nebo radiologa.

Nejčastější důvody k opakování vyšetření:

- nespolupráce pacienta,
- pohybová neostrost,
- chybné polohování a kolimace,
- nastavení expozice.

Tab. 21 Počet opakovaných vyšetření v letech 2020 až 2022
– *pojízdná skiografie*

Přístroj	2020	2021	2022
Carestream Motion Mobile	-	5	3
Fuji Film FDR Go Plus	5	0	0
GMM MAC	6	3	3
Carestream Motion Mobile	12	2	1
Practix 160	-	-	1

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Výpočetní tomografie

- Přístroj – **Philips Brilliance iCT Circular Edition.**

Opakování expozic na základě rozhodnutí lékaře.

Nejčastější důvody k opakování vyšetření:

- nespolupráce pacienta,
- pohybová neostrost,
- špatná centrace,
- špatné časování bolu KL,
- technické selhání zařízení.

Tab. 22 Počet opakovaných snímků v letech 2020 až 2022
– *výpočetní tomografie*

	2020	2021	2022
Celkový počet	44	41	29

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

7 ANALYTICKO-EMPIRICKÉ ZPRACOVÁNÍ OCHRANY PRACOVNÍKŮ A PACIENTŮ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ

V analyticko-empirické části byl autorkou zpracován průzkum formou **dotazníku**, který v následující kapitole sloužil ke zhodnocení současné ochrany pracovníků a pacientů. V měsíci lednu s vybranými radiologickými asistenty radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace byl zorganizován **brainstorming**, během kterého byla identifikována rizika, které mohou způsobit vznik radiační mimořádné události a radiologické události. Následně byla rizika pomocí **FMEA analýzy** jednotlivě zpracována. **SWOT analýza** byla také zpracována v rámci brainstormingu a byla zaměřena na faktory, které předcházejí vzniku událostí na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Kyjov. Byl vypracován **Check-list**, jehož úkolem bylo ověření správnosti postupů radiačních pracovníků oddělení. Poslední zpracovanou analýzou byla metoda **What-if analýza**, která navazuje na přechodí Check-list a byla použita pro identifikaci důsledků.

7.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření bylo rozděleno do dvou skupin – *radiologičtí asistenti* a *pacienti*.

Pro sběr informací byla využita **metoda písemného dotazování s uzavřenými odpověďmi**. **Formou tzv. kvótovaného výběru** bylo v měsíci lednu osloveno 18 radiologických asistentů radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace. Dotazníkové šetření pro radiologické asistenty obsahovalo 10 otázek.

V průběhu měsíce ledna a února bylo osloveno 170 pacientů radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace. Dotazníkové šetření obsahovalo také 10 otázek s uzavřenými odpověďmi.

Cílem dotazníkového šetření bylo získat dostatečné množství informací pro zpracování následující kapitoly – Zhodnocení radiační ochrany radiodiagnostického oddělení.

Výsledky dotazníkového šetření

Výsledky dotazníkového šetření jsou vyhodnoceny formou tabulek a grafů spolu se slovním ohodnocením, přičemž otázky jsou řazeny v pořadí, v jakém jsou uvedeny v dotazníku pro radiologické asistenty a pacienty (Příloha P XIV a Příloha P XV).

a) Dotazníkové šetření – *Radiologický asistent***Otázka č. 1***Jaké je Vaše pohlaví?*

- Žena
 Muž

Tab. 23 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 1
– *radiologický asistent*

Varianta odpovědi	Četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Žena</i>	14	78 %
<i>Muž</i>	4	22 %
<i>Celkem</i>	18	100 %

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Prvním bodem vyhodnocování dotazníku bylo posouzení, zda mezi respondenty převažují ženy nebo muži. Z tabulky a následného koláčovitého grafu je patrné, že na pozici radiologické asistenta jsou zaměstnány převážně ženy. Tvoří 78 % zastoupení oproti mužům. Autorka práce by ráda poznamenala, že větší mužské zastoupení na oddělení by bylo velmi vítáno z důvodu silnější muscularity. Výpomoc s překladem pacienta na vyšetřovací stůl, přemisťování těžších přístrojů a podobné úkony jsou vhodnější pro mužskou část.



Graf 2 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 1
– *radiologický asistent*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 2

Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

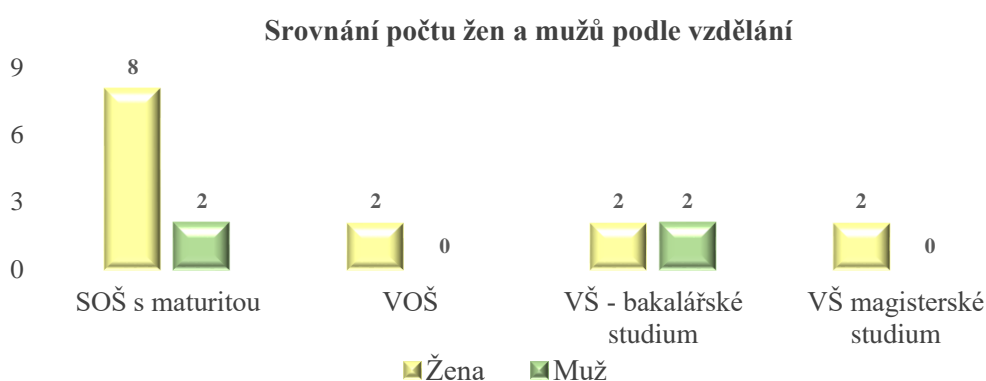
- Střední odborná škola s maturitou
- Vyšší odborná škola
- Vysoká škola (bakalářský nebo magisterský titul)

Tab. 24 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 2
– radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost	
	Absolutní	Relativní
SOŠ s maturitou	10	56 %
VOŠ	2	11 %
VŠ	6	33 %
Celkem	18	100 %

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

V první kategorii je středoškolské vzdělání, které bylo kritériem k povolání radiologického asistenta do roku 1996 (střední odborné vzdělání s maturitou v oboru radiologický laborant). Druhá kategorie se týká vyššího odborného vzdělání v oboru diplomovaný radiologický asistent. Pro získání odborné způsobilosti k výkonu povolání radiologického asistenta na Vyšší odborné škole muselo být studium zahájeno nejpozději ve školním roce 2004/2005. Dle současného požadavku k získání odborné způsobilosti k výkonu povolání asistenta je požadována Vysoká škola, obor radiologický asistent.



Graf 3 Grafické srovnání otázky č. 2 podle pohlaví

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Ze srovnání počtu žen a mužů podle vzdělání (Graf 3) je patrné, že největší zastoupení mají ženy se středoškolským vzděláním. Bakalářské vzdělání je mezi respondenty – muž a žena stejnoměrně rozděleno.

Otázka č. 3

Nosíte osobní dozimetr umístěný na referenčním místě?

- Ano*
 Ne
 Spíše ano
 Spíše ne

Tab. 25 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 3
 – radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Ano</i>	18	100 %	18	100 %
<i>Ne</i>	0	0 %		
<i>Spíše ano</i>	0	0 %		
<i>Spíše ne</i>	0	0 %		
<i>Celkem</i>	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Jistě dobrá zpráva je, že všichni respondenti nosí osobní dozimetr umístěný na referenčním místě.

Otázka č. 4

Během výkonu na skiaskopickém pracovišti používáte ke své ochraně ochrannou zástěru a límeček?

- Ano*
 Ne
 Spíše ano
 Spíše ne

Tab. 26 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 4
 – radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Ano</i>	9	50 %	9	50 %
<i>Ne</i>	0	0 %	9	50 %
<i>Spíše ano</i>	2	11 %	11	61 %
<i>Spíše ne</i>	7	39 %	18	100 %
<i>Celkem</i>	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Při skiaskopickém vyšetření pacienta používá ke své ochraně ochrannou zástěru a límec pouze padesát procent respondentů. Výsledek relativní četnosti je dle autorky neuspokojivý. Vyhodnocením otázky číslo 4 autorka poukazuje na vnímání ochrany před ionizujícím zářením mezi pohlavím. Odpovědi respondentů na otázku číslo 4 jsou v následující tabulce porovnány dle pohlaví (Graf 4).



Graf 4 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 4 – radiologický asistent

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 5

Setkáváte se s chybnými údaji na žádance (špatná identifikace pacienta, záměna stran)?

- Ano
- Ne
- Spíše ano
- Spíše ne

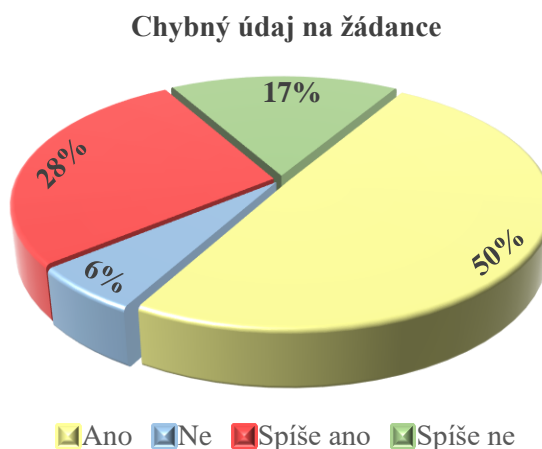
Tab. 27 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 5 – radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	9	50 %	9	50 %
Ne	1	5 %	10	55 %
Spíše ano	5	28 %	15	83 %
Spíše ne	3	17 %	18	100 %
Celkem	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Velmi alarmující byly odpovědi respondentů na otázku o chybné žádance k rentgenovému vyšetření, kdy polovina respondentů se setkala s chybnou žádankou. Jen jeden respondent

se nikdy nesetkal s chybnou žádankou. Autorka na základě vyhodnocení četnosti odpovědí otázky č. 5 v dotazníkovém šetření – *radiologický asistent* považuje výsledky za alarmující.



Graf 5 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 5
– *radiologický asistent*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 6

Stalo se Vám někdy, že jste museli opakovat vyšetření?

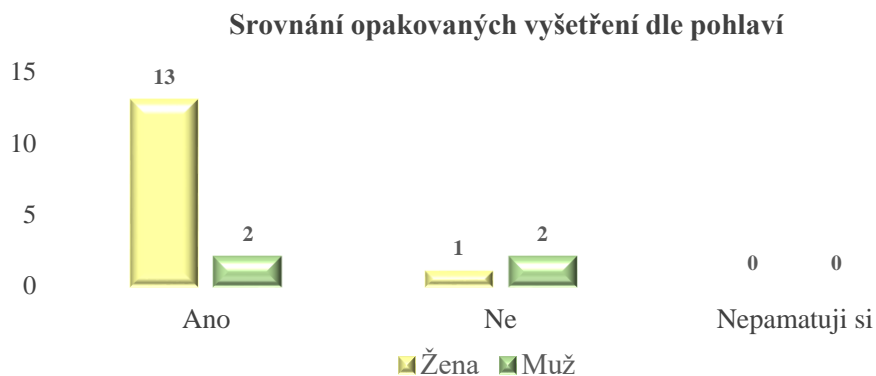
- Ano*
- Ne*
- Nepamatuji si*

Tab. 28 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 6
– *radiologický asistent*

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
<i>Ano</i>	15	83 %	15	83 %
<i>Ne</i>	3	17 %	18	100 %
<i>Nepamatuji si</i>	0	0 %		
<i>Celkem</i>	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Zajímavostí je, která vyplynula ze zpracování dotazníkového šetření otázky č. 6, že 15 respondentů opakovalo z jakéhokoliv důvodu vyšetření. Vyšetření nikdy neopakovali 3 respondenti. V následujícím grafu (Graf 6) je počet odpovědí znázorněn dle pohlaví.



Graf 6 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 6
– radiologický asistent

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 7

Evidujete opakované vyšetření do „Deníku opakovaných vyšetření“?

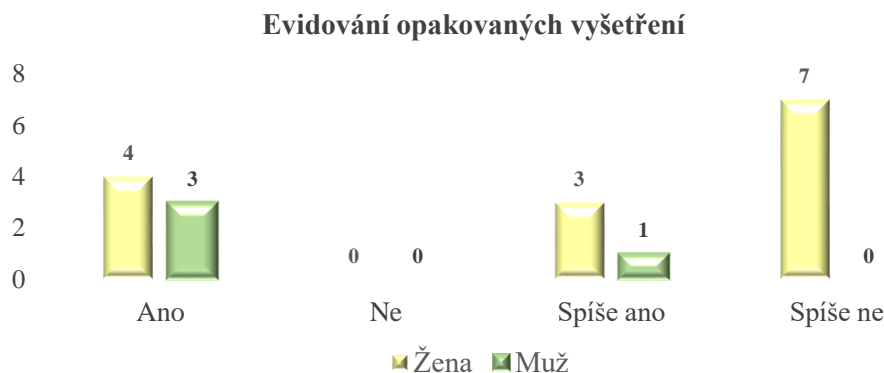
- Ano
- Ne
- Spíše ano
- Spíše ne

Tab. 29 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 7
– radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	7	39 %	7	39 %
Ne	0	0 %	7	39 %
Spíše ano	4	22 %	11	61 %
Spíše ne	7	39 %	18	100 %
Celkem	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Odpovědi respondentů na otázku č. 7, respektive jejich relativní četnosti zobrazuje následující sloupcový graf, který znázorňuje, že 7 žen spíše neeviduje opakované vyšetření. Muži více dbají na evidování počtu opakovaných vyšetření do *Deníku opakovaných vyšetření*. Autorka se domnívá, že v takovém případě nelze zajistit relevantní analýzu pro vyhodnocení počtu opakovaných vyšetření.



Graf 7 Grafické vyhodnocení otázky č. 7 podle pohlaví
– radiologický asistent

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 8

Vycházíte vstříc pacientovi, který po Vás požaduje rentgenové vyšetření oblasti, která není indikována na žádance?

- Ano
- Ne
- Spíše ano
- Spíše ne

Tab. 30 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 8
– radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	0	0 %	0	0 %
Ne	18	100 %	18	100 %
Spíše ano	0	0 %		
Spíše ne	0	0 %		
Celkem	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Radiologický asistent nemá kompetenci vyšetřit jinou oblast, než je uvedena na rentgenové žádance. Velmi dobrá zpráva je, že žádný z respondentů neprovádí vyšetření oblasti, která není indikována na rentgenové žádance (tzn. na žádost pacient).

Otázka č. 9

Předkládáte před vyšetřením ženě v reprodukčním věk podepsat prohlášení, kde stvrzuje svým podpisem, že není gravidní?

- Ano
- Ne
- Spíše ano
- Spíše ne

Tab. 31 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 9
– radiologický asistent

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	8	45 %	8	45 %
Ne	0	0 %	8	45 %
Spíše ano	4	22 %	12	66 %
Spíše ne	6	33 %	18	100 %
Celkem	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

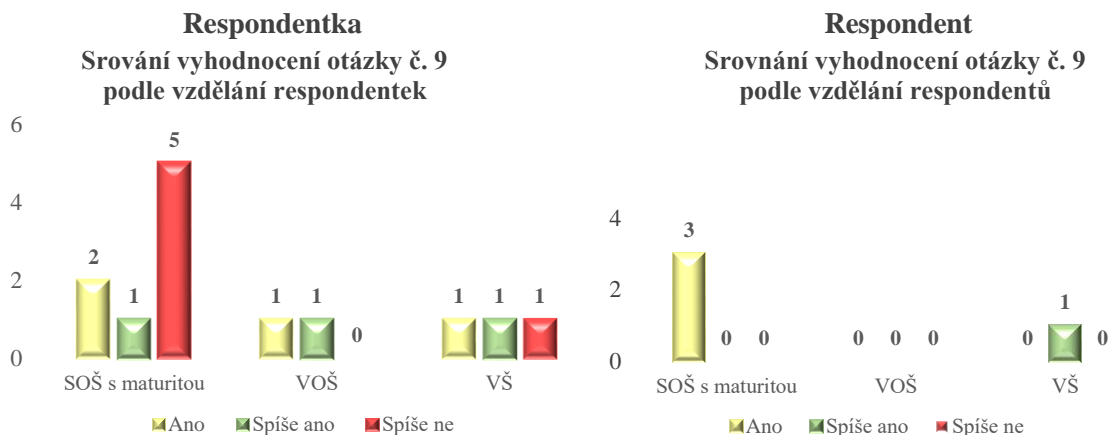
Vyhodnocení relativní četnosti je znázorněno v koláčovitém grafu (Graf 8).

Grafické srovnání vyhodnocené otázky č. 9 zabývající se prohlášením ženy v reprodukčním věku, prezentuje, že žádný dotazovaný respondent nevedl variantu odpovědi „Ne“. Grafické srovnání otázky č. 9 dle pohlaví a vzdělání respondentů je uvedeno v grafu (Graf 9).



Graf 8 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 9
– radiologický asistent

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024



Graf 9 Grafické srovnání vyhodnocení otázky č. 9 podle pohlaví a vzdělání – *radiologický asistent*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 10

Vznikla na Vašem pracovišti radiační mimořádná událost?

- Ano
- Ne
- Nepamatuji si

Tab. 32 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 10 – *radiologický asistent*

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	0	0 %	0	0 %
Ne	18	100 %	18	100 %
Nepamatuji si	0	0 %		
Celkem	18	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Vyhodnocením otázky č. 10 směřovanou ke vzniku události na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Kyjov plyne, že na oddělení během výkonu povolání dotazovaných respondentů nevznikla radiační mimořádná událost.

Vyhodnocení dotazníkového šetření – *radiologický asistent*

Autorka dotazníkového šetření – *radiologický asistent* obdržela 100 % návratnost dotazníků. Díky maximální návratnosti bylo možné zpracovat relevantní dotazník.

Dle vyhodnocení otázek č. 3, 4, 5, 7, 8 a 9 dotazníkového šetření – *žen*, lze stanovit, že nejméně označovanou odpovědí bylo „*Ne*“. Nejvíce označovanou odpovědí bylo „*Ano*“.

Tab. 33 Vyhodnocení dotazníkového šetření – *radiologický asistent*
– žena

Pohlaví	Otázka č.	Uzavřené otázky			
		<i>Ano</i>	<i>Ne</i>	<i>Spíše ano</i>	<i>Spíše ne</i>
<i>Žena</i>	3	14	0	0	0
	4	6	0	1	7
	5	5	1	5	3
	7	4	0	3	7
	8	14	0	0	0
	9	5	0	3	6

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Z vyhodnocení otázek č. 3, 4, 5, 7, 8 a 9 dotazníkového šetření – *muž* vyplývá, že žádný z respondentů neoznačil odpověď „*Ne*“. Jedenkrát se vyskytla odpověď „*Spíše ne*“ a dvakrát byla označena odpověď „*Spíše ano*“.

Tab. 34 Vyhodnocení dotazníkového šetření – *radiologický asistent*
– muž

Pohlaví	Otázka č.	Uzavřené otázky			
		<i>Ano</i>	<i>Ne</i>	<i>Spíše ano</i>	<i>Spíše ne</i>
<i>Muž</i>	3	4	0	0	0
	4	3	0	1	0
	5	4	0	0	0
	7	3	0	1	0
	8	4	0	0	0
	9	3	0	0	1

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

V otázce č. 6 a 10 byly nabídnuty uzavřené odpovědi uzavřenou pouze se třemi možnými varianty (*Ano*, *Ne*, *Nepamatuji si*). V šesté otázce převládá odpověď „*Ano*“ (Tab. 28). U poslední otázky byla u obou pohlaví jednoznačně zaškrtnuta varianta „*Ne*“ (Tab. 32).

b) Dotazníkové šetření – *Pacient*

Otázka č. 1

Jaké je Vaše pohlaví?

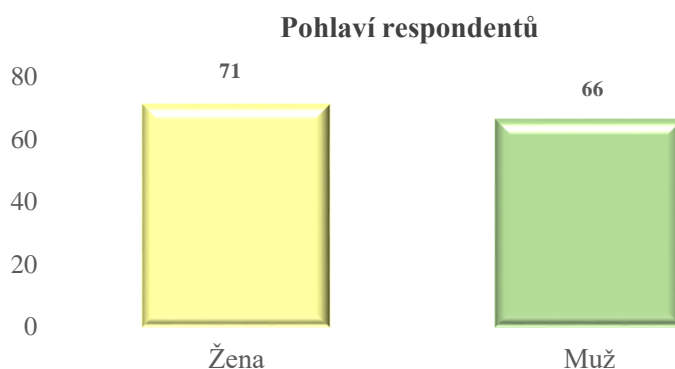
- Žena*
- Muž*

Tab. 35 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 1 – *pacient*

Varianta odpovědi	Četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Žena</i>	71	52 %
<i>Muž</i>	66	48 %
<i>Celkem</i>	137	100 %

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Podíl oslovených respondentů byl poměrně vyrovnaný. Ženy převažovaly o 4 %.

**Graf 10** Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 1 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 2

Která z níže uvedených kategorií zahrnuje Váš věk?

- 18 až 30 let
- 31 až 40 let
- 41 až 50 let
- 51 až 60 let
- 61 a více let

Tab. 36 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 2 – *pacient* – 1. část

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>18 až 30 let</i>	8	6 %	8	6 %
<i>31 až 40 let</i>	19	14 %	27	20 %
<i>41 až 50 let</i>	35	25 %	62	45 %

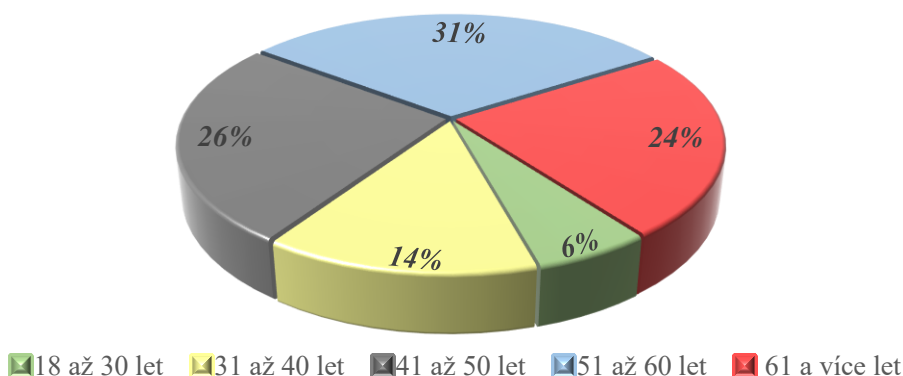
Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 37 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 2 – *pacient* – 2. část

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>51 až 60 let</i>	42	31 %	104	76 %
<i>61 a více let</i>	33	24 %	137	100 %
<i>Celkem</i>	<i>137</i>	<i>100 %</i>		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

V první kategorii je počáteční hranicí věk plnoletosti. Věková kategorie respondentů se pohybovala nejvíce v rozmezí 51 až 60 let (30 %), následovala věková kategorie 41 až 50 let (26 %), 60 a více let (24 %), 21 až 40 let (14 %) a pouhých 6 % osob bylo mladších 30 let.

Procentuální rozdělení věkové kategorie respondentů**Graf 11** Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 2 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 3

Jaké vyšetření podstupujete na radiodiagnostickém oddělení?

- Skiagrafické vyšetření (rentgenový snímek plic, páteře, kyčlí, ...)*
- Skioskopické vyšetření (vyšetření jícnu, ...)*
- Vyšetření výpočetní tomografií (CT vyšetření)*

Tab. 38 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 3 – *pacient*, část 1.

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Skiagrafické vyšetření</i>	84	61 %	84	61 %
<i>Skioskopické vyšetření</i>	5	4 %	89	65 %

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

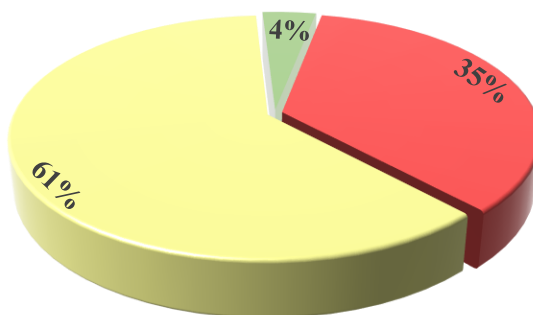
Tab. 39 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 3 – *pacient*, pokračování Tab. 38, část 2.

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnosti	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
<i>Vyšetření výpočetní tomografií</i>	48	35 %	137	100 %
<i>Celkem</i>	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Z relativní četnosti vyplývá, že nadpoloviční většina respondentů podstoupila v měsíci únoru skiografické vyšetření (61 %), 35 % respondentů absolvovalo vyšetření výpočetní tomografií a zbývající 4 % skiaskopické vyšetření. Nejmenší počet vyšetření na radiodiagnostickém pracovišti je právě na skiaskopickém pracovišti, protože skiaskopické výkony jsou nahrazovány neionizující zobrazovací metodou (většinou magnetickou rezonancí).

Relativní četnost odpovědí na otázku č. 3



Skiografické vyšetření
 Skiaskopické vyšetření
 Vyšetření výpočetní tomografií

Graf 12 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 3 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 4

Podstoupil/a jste již někdy rentgenové vyšetření?

- Ano*
- Ne*
- Nepamatuji si*

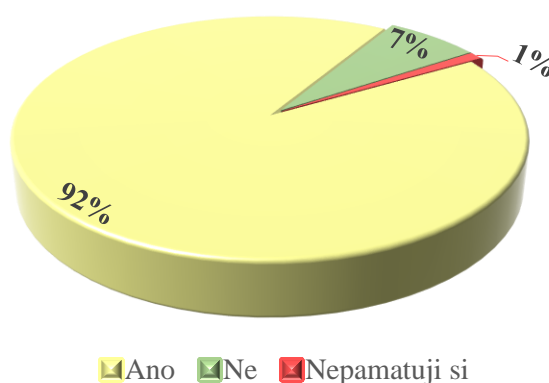
Tab. 40 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 4 – pacient

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	126	92 %	126	92 %
Ne	10	7 %	136	99 %
Nepamatuji si	1	1 %	137	100 %
Celkem	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Převážná většina respondentů již podstoupila v minulosti rentgenové vyšetření. Pouze 7 % dotazovaných respondentů podstoupilo rentgenové vyšetření poprvé.

Relativní četnost odpovědí na otázku č. 4



Graf 13 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 4 – pacient

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 5

Do jaké míry máte obavu z vyšetření ionizujícím zářením?

- Velkou, pokud to lze, vyhýbám se vyšetření.
- Do jisté míry mám obavu, na doporučení indikujícího lékaře se nechám vyšetřit, ale hlídám si četnost.
- Nemám obavu.

Tab. 41 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 5 – pacient, část 1.

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Vysoká obava	9	6 %	9	6 %
Částečná obava	20	15 %	29	21 %

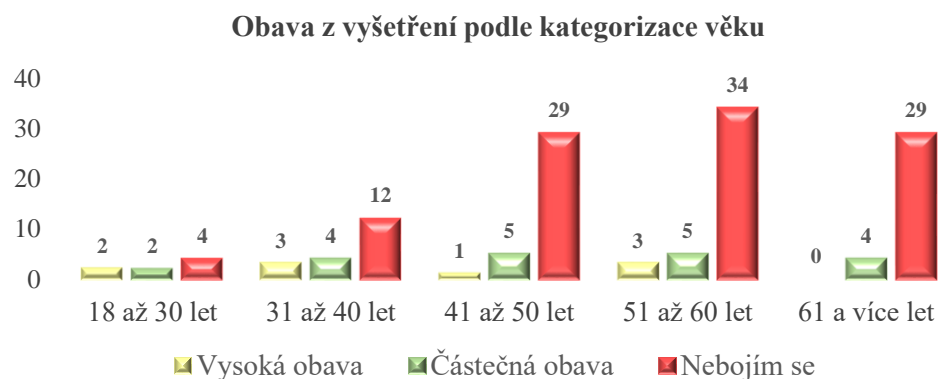
Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 42 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 5 – *pacient*, pokračování Tab. 41, část 2.

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
<i>Nebojím se</i>	108	79 %	137	100 %
<i>Celkem</i>	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Pátou otázkou byla autorkou práce zkoumána obava pacientů z vyšetření ionizujícím zářením. Z otázky je opatrné, že nadpoloviční většina respondentů podstupuje vyšetření ionizujícím zářením bez obav. U 15 % oslovených respondentů byla zjištěna obava z vyšetření. Na základě doporučení indikujícího lékaře se nechají vyšetřit. Z vyšetření ionizujícím zářením má 6 % respondentů velkou obavu. Dále byly zkoumány odpovědi na otázku č. 5 podle kategorizace věku respondentů. Přehledné srovnání nabízí následující graf (Graf 14).



Graf 14 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 5 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 6

V případě Vašeho dotazu ohledně rizika spojeného s vyšetřením ionizujícím zářením odpověděl Vám radiologický asistent na Váš dotaz?

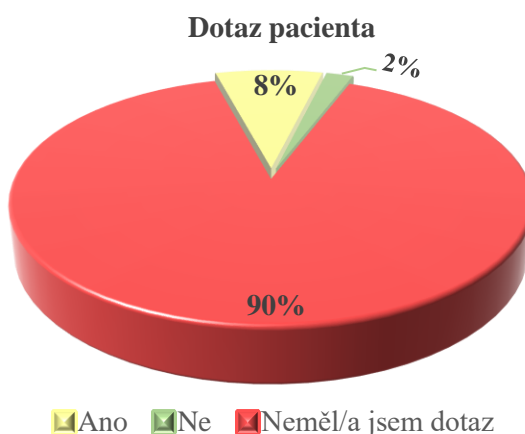
- Ano*
- Ne*
- Neměl/a jsem dotaz*

Tab. 43 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 6 – pacient

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	11	8 %	11	8 %
Ne	3	2 %	14	10 %
Neměl/a jsem dotaz	123	90 %	137	100 %
Celkem	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

S dostupností informací na internetu a nastupující mladší generací schopnou informaci aktivně vyhledávat klesá počet otázek pokládajících radiologickému asistentovi. Z relativní četnosti v tabulce (Tab. 43) vyplývá, že 90 % respondentů nemělo dotaz.



Graf 15 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 6 – pacient

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 7

Při vyšetření požadujete po radiologickém asistentovi vykrytí orgánů, které se nachází mimo vyšetřovanou oblast?

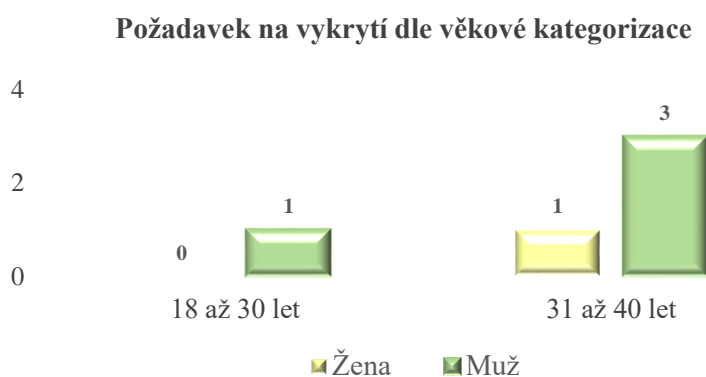
- Ano
- Ne

Tab. 44 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 7 – pacient

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Ano	5	4 %	5	4 %
Ne	132	96 %	137	100 %
Celkem	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Je možné vidět, že přes veškerá doporučení organizací a mediální publikaci se radiologičtí asistenti setkávají s požadavkem vykrytí orgánů mimo vyšetřovací oblast (Tab. 44). Z následujícího grafu plyne (Graf 16), že vykrytí orgánů v rámci průzkumu požadovali 4 % respondenti. Jednalo se o 4 muže a pouze jednu ženu především v kategorizaci věku 31 až 40 let.



Graf 16 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 7 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 8

Žádanku na vyšetření Vám vystavila zdravotní sestra nebo indikující lékař?

- Zdravotní sestra
- Indikující lékař
- Nepamatuji si

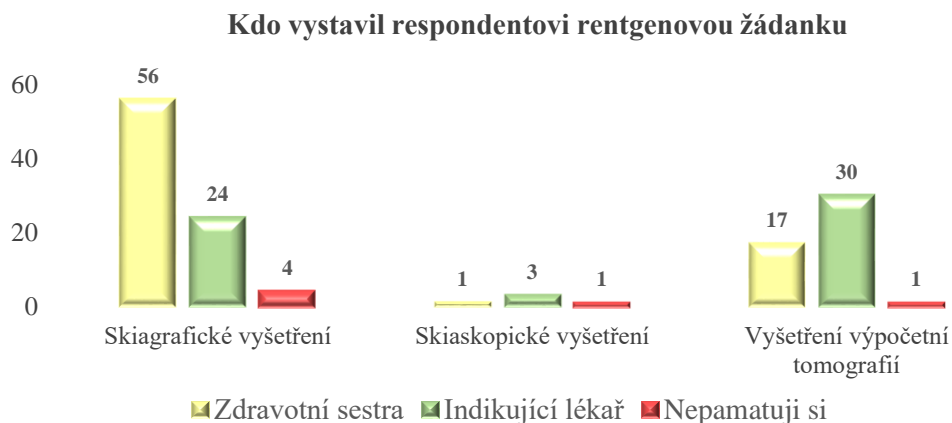
Tab. 45 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 8 – *pacient*

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
Zdravotní sestra	74	54 %	74	54 %
Indukující lékař	57	42 %	131	96 %
Nepamatuji si	6	4 %	137	100 %
Celkem	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

U osmé uzavřené otázky byly nabídnuty v dotazníku tři uzavřené odpovědi. Vyhodnocením výsledků se ukázalo, že nejčastěji byla žádanka vystavena zdravotní sestrou. Indikující lékař vystavil žádanku pouze 27 % respondentům.

V období průzkumu byla nejčastěji vystavena pacientovi rentgenová žádanka zdravotní sestrou na skiografické vyšetření. Indikující lékař vystavil nejvíce žádanek na pracoviště výpočetní tomografie.



Graf 17 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 8 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 9

Před vyšetřením jste byl/a poučen/a indikujícím lékařem (tj. lékař, který Vás odesílá na vyšetření) o rizicích spojených s vyšetřením ionizujícím zářením?

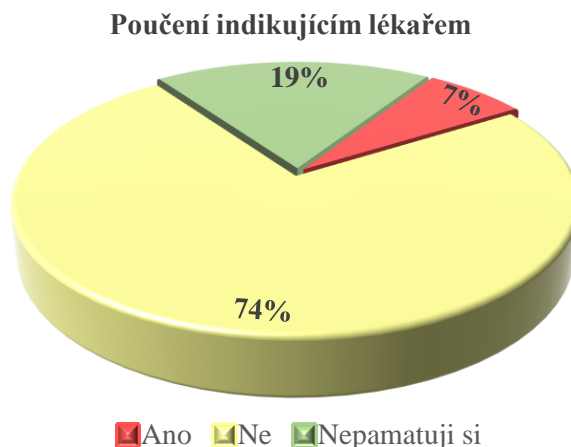
- Ano*
- Ne*
- Nepamatuji si*

Tab. 46 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 9 – *pacient*

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	Absolutní	Relativní	Absolutní	Relativní
<i>Ano</i>	9	7 %	9	7 %
<i>Ne</i>	102	74 %	111	81 %
<i>Nepamatuji si</i>	26	19 %	137	100 %
<i>Celkem</i>	137	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Respondenti nejčastěji uváděli, že nebyli před vyšetřením poučeni indikujícím lékařem. Z vyhodnocení relativní četnosti dotazníkového šetření – *pacient* (Tab. 46) vyplynulo, že pouze 7 % respondentů bylo poučeno lékařem před odesláním na vyšetření.



Graf 18 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 9 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Otázka č. 10

Otázka pro ženy ve věku 15 až 45 let – podepsovala jste před vyšetřením prohlášení, že nejste těhotná?

- Ano*
- Ne*
- Nepamatuji si*

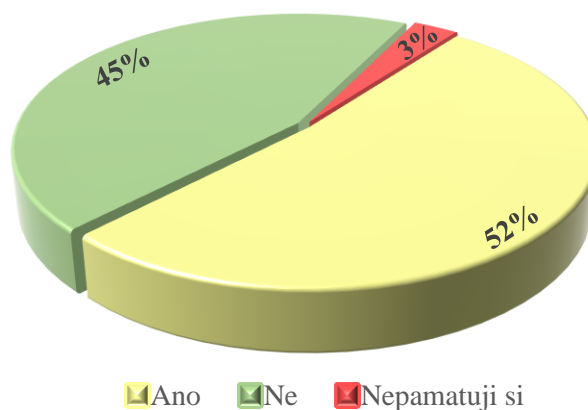
Tab. 47 Četnost odpovědí respondentů na otázku č. 10 – *pacient*

Varianta odpovědi	Četnost		Kumulativní četnost	
	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>	<i>Absolutní</i>	<i>Relativní</i>
<i>Ano</i>	15	52 %	15	52 %
<i>Ne</i>	13	45 %	28	97 %
<i>Nepamatuji si</i>	1	3 %	29	100 %
<i>Celkem</i>	29	100 %		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Poslední otázka byla zaměřena pouze na ženy v reprodukčním věku. Z vyhodnoceného dotazníku je patrné, že 52 % respondentek podepsalo před rentgenovým vyšetřením prohlášení, kde svým podpisem stvrzují, že nejsou těhotné. Méně než polovina respondentek nepodepsala prohlášení o těhotenství.

Procentuální rozdělení respondentek podepisujících prohlášení

Graf 19 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 10 – *pacient*

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Vyhodnocení dotazníku – *pacient*

Navzdory negativnímu postoji pacientů k vyplnění dotazníkového šetření byla jeho návratnost 81 %.

Z dotazníkového vyšetření vyplývá, že nejčastěji respondenti podstoupili skiagrafické vyšetření. Valná většina respondentů nemá strach z vyšetření s použitím ionizujícího záření a nepožadují po radiologickém asistenti kontaktní ochranné stínění. Avšak nadpoloviční částí respondentů rentgenovou žádanku vystavila zdravotní sestra a tak nebyli pacienti poučeni indikujícím lékařem o rizicích spojených s ionizujícím zářením.

7.2 Brainstorming

Brainstorming je označován jako skupinová kreativní technika a jeho cílem je generování co nejvíce nápadů na dané téma (managementmania.com, 2017). V měsíci únor byl autorkou uspořádán brainstorming, na kterém s vybranými radiologickými asistenty byly hledány faktory, která mohou během výkonu asistenta vzniknout.

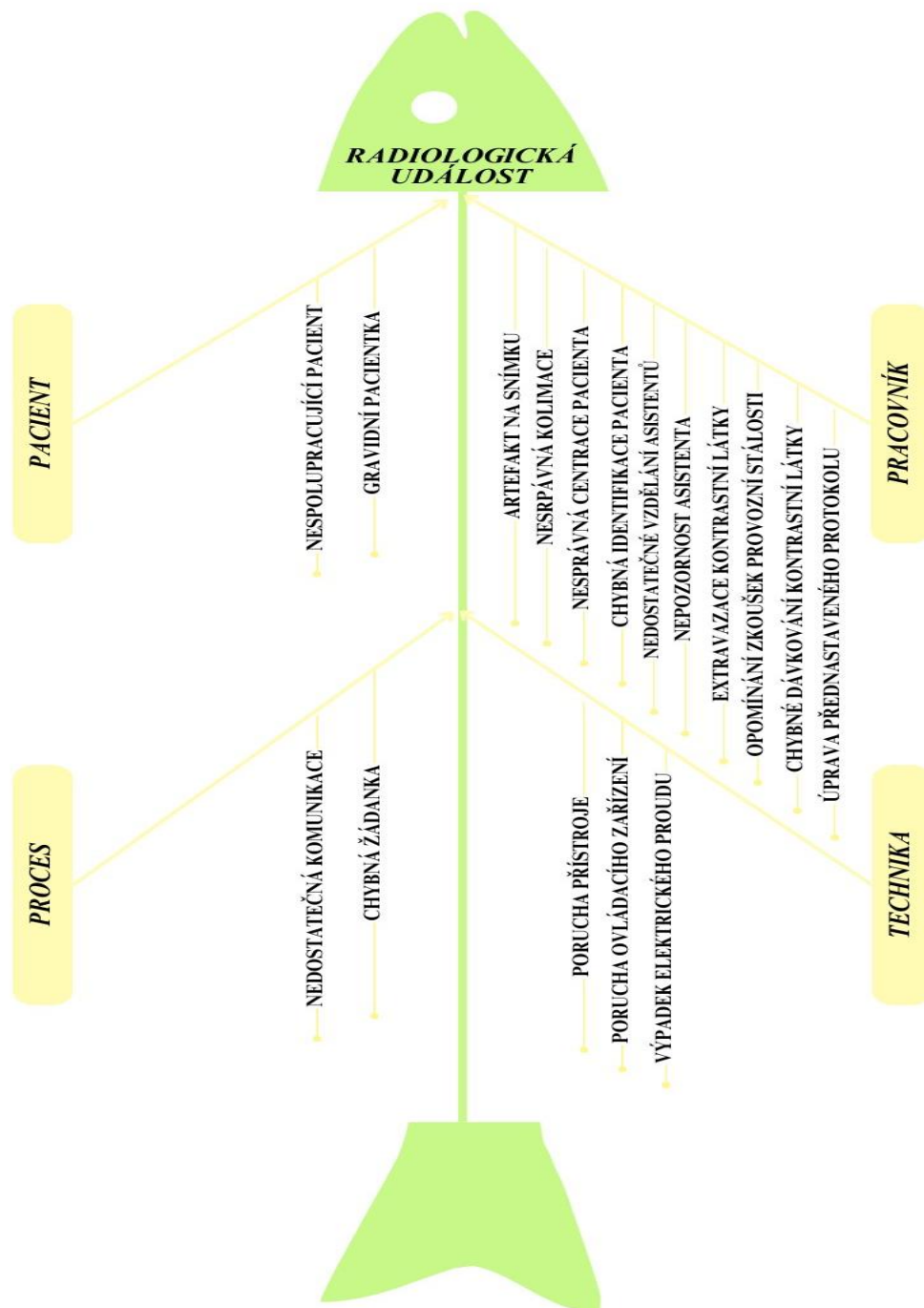
Zainteresované osoby brainstormingu

- Vybraní radiologičtí asistenti radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace.

Cílem brainstormingu

- Generovat co nejvíce faktorů, která mohou vést k radiační mimořádné události a radiologické události na oddělení.

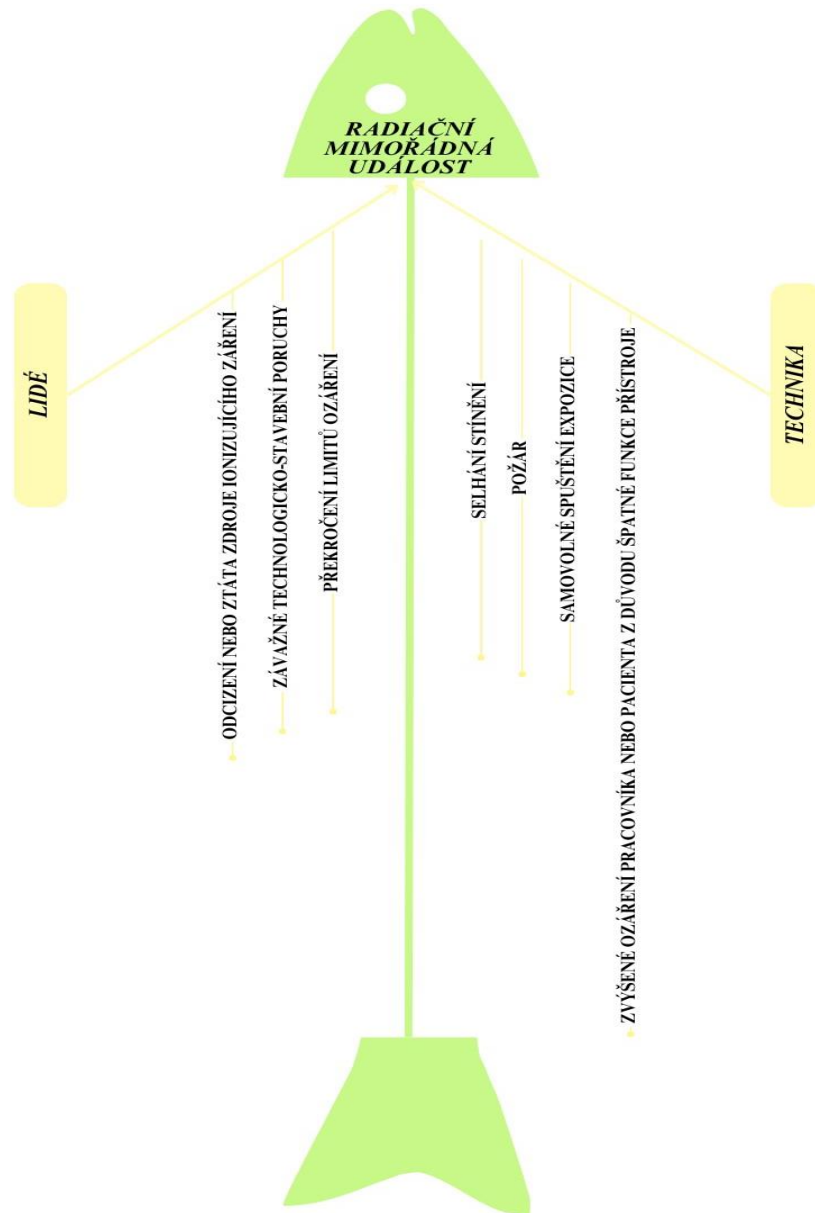
V rámci brainstormingu bylo radiologickými asistenty nalezeno 16 rizikových faktorů radiologických události, které představují příčinu vzniku události na oddělení. Rizikové faktory byly zpracovány během brainstormingu do Ishikawa diagramu.



Obr. 32 Ishikawa diagram – Radiologická událost

Zdroj: Vlastní zpracování v rámci brainstormingu, 2024

Radiologickými asistenty bylo identifikováno 10 rizikových faktorů radiační mimořádné události. Jednotlivé rizikové faktory byly zpracovány do Ishikawa diagramu.



Obr. 33 Ishikawa diagram – Radiační mimořádná událost

Zdroj: Vlastní zpracování v rámci brainstormingu, 2024

Autorka na základě identifikovaných rizikových faktorů zpracovala **analýzu FMEA** vzniku radiační mimořádné události a radiologické události.

FMEA analýza

a) Radiační mimořádná událost

Autorkou diplomové práce byly vybrány dva faktory, které představují příčinu vzniku radiační mimořádné události na oddělení a rozpracovány v FMEA analýze (Tab. 48).

Tab. 48 FMEA analýza vzniku **radiační mimořádné události**

Proces	Možné chyby	Možné následky	Význam (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhaltelnost (1-10)	Rizikové číslo (RN)
Vznik radiační mimořádné události	Překročení limitů ozáření	Vystavení pacienta dalšímu ozáření a ozáření radiačních pracovníků	2	Nepoužívání ochranných pomůcek	3	Edukace pracovníka	1	6
			1	Nedodržování ochrany časem	1	Edukace pracovníka	1	1
			1	Nedodržování ochrany vzdáleností	2	Edukace pracovníka	1	2
			3	Přehřátí zdroje ionizujícího záření	1	Dodržování předepsaných pravidel a zásad bezpečného užívání zdrojů ionizujícího záření	1	3
	Požár zdroje ionizujícího záření		2	Zkrat elektrotechniky přístroje	1	Servisní kontroly	1	2

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Analýza FMEA byla rozšířena o matici rizik, na základě které byly vytvořeny **koeficienty významu** (závažnosti) **chyb**, **koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby** a **koeficient pravděpodobnosti odhalení**.

Definice koeficientů

Koeficient významu (závažnosti) **chyby** je klasifikován v uzavřeném intervalu $\langle 1; 4 \rangle$ množiny přirozených čísel v souladu s níže uvedenou tabulkou (Tab. 49). Faktory závažnosti

chyby byly rozděleny do 4 kategorií významu – **sotva postřehnutelný**, **lehce závažný**, **významný** a **mimořádně závažný**.

Tab. 49 Koeficient významu (závažnosti) chyby

Označení	Název
1	Sotva postřehnutelný
2	Lehce závažný
3	Významný
4	Mimořádně závažný

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby je hodnocen v uzavřeném intervalu $\langle 1; 4 \rangle$ množiny přirozených čísel v tabulce uvedené níže (Tab. 50).

Tab. 50 Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby

Označení	Název
1	Nepravděpodobný
2	Malý
3	Střední
4	Vysoký

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Koeficient pravděpodobnosti odhalení je uspořádán v uzavřeném klasifikačním intervalu $\langle 1; 4 \rangle$ množiny přirozených čísel a je uveden v tabulce níže (Tab. 51).

Tab. 51 Koeficient pravděpodobnosti odhalení

Označení	Název
1	Vysoký
2	Střední
3	Nízký
4	Nepravděpodobný

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Index RPN (rizikové číslo)

Index rizikového čísla nabýval pro všechny položky velmi **nízkých hodnot**, maximální hranice 64 bodů nebyla dosažena.

Matice rizik

Na závěr analýzy byla vytvořena matice rizik 4×4 s jednotlivými riziky, která určují míru rizika a potřebu zavedení vhodných opatření. Míra rizika byla získána vynásobením koeficientu závažnosti a koeficientu pravděpodobnosti výskytu. Při výpočtu indexu míry rizika bylo pracováno se stejnými položkami jako při analýze FMEA, z toho důvodu je jeho hodnota zakomponována do posledního sloupce tabulky týkající se analýzy FMEA.

Tab. 52 Matice rizik – vzniku radiční mimořádné události

		Význam (závažnosti) chyby			
		Sotva postřehnutelný	Lehce závažný	Významný	Mimořádně závažný
Pravděpodobnost výskytu chyby	Nepravděpodobná	1	3	6	10
	Malá	2	5	9	13
	Střední	4	8	12	15
	Vysoká	7	11	14	16

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

b) Radiologická událost

V následující tabulce (Tab. 53) jsou rozebrány pomocí FMEA analýzy čtyři faktory vedoucí ke vzniku radiologické události, a které byly identifikovány v rámci brainstormingu s radiologickými asistenty radiodiagnostického oddělení.

Tab. 53 FMEA analýza vzniku **radiologické události** na oddělení

Proces	Možné chyby	Možné následky	Význam (1-10)	Možné příčiny	Výskyt (1-10)	Stávající opatření k odhalení	Odhalitelnost (1-10)	Rizikové číslo (RN)
Vznik radiologické události	Nepozornost radiologického asistenta	Vystavení pacienta dalšímu ozáření	3	Špatná lokalizace strany/oblasti	1	Edukace pracovníka	2	6
			3	Záměna pacienta	1	Edukace pracovníka	2	6
			2	Chybně nastavený protokol	1	Edukace pracovníka	1	2
	Nespolupracující pacient		3	Špatná zdravotní stav pacienta	1	Žádné	1	3
			2	Pacient pod vlivem omamných látek	1	Edukace pacienta	1	2
			3	Kojenec/Batole	1	Edukace rodiče	1	3
	Výpadek elektrického proudu		3	Cizojazyčná bariéra	1	Tlumočnick	1	3
			4	Počasí - bouře	1	Náhradní generátor	1	4
			2	Pacient si nevšiml chybné žádanky	2	Edukace pacient	1	4
	Nedostatečná komunikace		3	Radiologický asistent nekontroluje, zda údaje na žádance jsou správně	2	Edukace pracovníka	2	12
			3	Dokumentátorka nekontroluje, zda údaje na žádance jsou správně	1	Edukace dokumentátorky	1	3

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Analýza je rozšířena o **matici rizik**, na základě které byl navržen **koeficient významu chyb**, **koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby** a **koeficient pravděpodobnosti odhalení**.

Definice koeficientů

Koeficient významu (závažnosti) **chyby** je klasifikován v uzavřeném intervalu <1; 4> množiny přirozených čísel v souladu s níže uvedenou tabulkou (Tab. 58). Faktory významu chyby byly rozděleny do 4 kategorií významu. Jedná se o **sotva postřehnutelný**, **lehce závažný**, **významný** a **mimořádně závažný** koeficient významu chyby.

Tab. 54 Koeficient významu (závažnosti) chyby – *radiologická událost*

Označení	Název
1	Sotva postřehnutelný
2	Lehce závažný
3	Významný
4	Mimořádně závažný

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby je hodnocen v uzavřeném intervalu $<1; 4>$ množiny přirozených čísel v tabulce uvedené níže (Tab. 55).

Tab. 55 Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby – *radiologická událost*

Označení	Název
1	Nepravděpodobný
2	Malý
3	Střední
4	Vysoký

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Koeficient pravděpodobnosti odhalení je uspořádán v uzavřeném klasifikačním intervalu $<1; 4>$ množiny přirozených čísel a je uveden v tabulce níže (Tab. 56).

Tab. 56 Koeficient pravděpodobnosti odhalení – *radiologická událost*

Označení	Název
1	Vysoký
2	Střední
3	Nízký
4	Nepravděpodobný

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Index RPN (rizikové číslo)

Maximální hranice indexu rizikového čísla (64 bodů) nebyla dosažena. Nejvíce bylo dosaženo 12 bodů.

Matice rizik

Na závěr FMEA analýzy byla vytvořena matice rizik 4×4 s jednotlivými riziky, která určují míru rizika a potřebu zavedení vhodných opatření. Míra rizika byla získána vynásobením koeficientu závažnosti a koeficientu pravděpodobnosti výskytu.

Tab. 57 Matice rizik – radiologická událost

		Význam (závažnosti) chyby			
		Sotva postřehnutelný	Lehce závažný	Významný	Mimořádně závažný
Pravděpodobnost výskytu chyby	Nepravděpodobná	1	3	6	10
	Malá	2	5	9	13
	Střední	4	8	12	15
	Vysoká	7	11	14	16

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

7.3 Metoda SWOT analýza

Obecně se **SWOT analýza** skládá z interní části, která sumarizuje silné a slabé stránky v rámci řešení projektu a dále z externí části obsahující příležitosti a hrozby, tedy faktory z vnějšího prostředí (Leigh, 2010). Jak uvádí Mercieca et al. (2019) SWOT analýza může být využita také na individuální úrovni např. k dodatečnému posouzení situace apod.

Autorkou byla v rámci diplomové práce zpracována SWOT analýza radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov. Zpracování SWOT analýzy (Tab. 58) bylo ideální volbou, protože přehledně zobrazuje pozitiva a negativa faktorů oddělení, která předcházejí vzniku radiační mimořádné události a radiologické událost.

Numerické zpracování SWOT analýzy

Při hodnocení bylo použito hodnocení **silných stránek (S)** a **příležitostí (O)** kladnou stupnicí od 1 (nejnižší hodnota) až 5 (nejvyšší hodnota), u **slabých stránek (W)** a **hrozeb (T)** byla použita záporná stupnice od -1 (nejnižší hodnota) až -5 (nejvyšší hodnota). Metoda SWOT analýzy byla doplněna sloupcem váha, která vyjadřuje důležitost daných položek v jednotlivých kategoriích (silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby). Váha byla určena

jednoduchým pravidlem, kdy součet všech vah dané kategorie musel být roven 1. Čím vyšší číslo váhy bylo, tím větší důležitost byla položce v kategorii přikládána a naopak. Každému parametru byla přiřazena váha a součet jednotlivých vah v každém kvadrantu byl roven 1.

Tab. 58 SWOT analýza radiodiagnostického oddělení

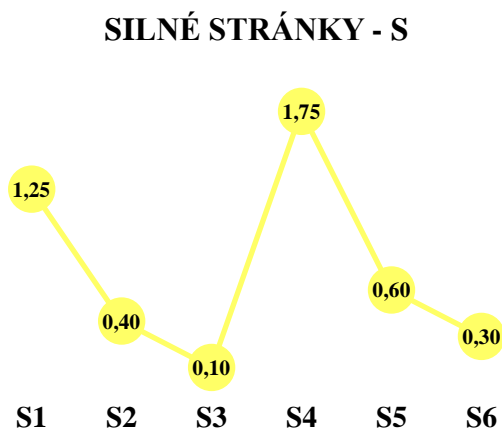
SILNÉ STRÁNKY - S		SLABÉ STRÁNKY – W	
S1	Dobré technické vybavení.	W1	Špatné skladování ochranných zástěr.
S2	Vzdělávání pracovníků.	W2	Nedostatečná kolimace.
S3	Školení RP 1krát za rok.	W3	Nedostatečné soustředění radiačních pracovníků.
S4	Dostatek ochranných pomůcek.	W4	Odmítání RP učit se nové pokroky v technologii.
S5	Osobní monitorování RP kategorie A.	W5	Nepoužívání ochranných zástěr.
S6	Pravidelné provádění ZDS a ZPS.	W6	Nesledování trendů ochranných zástěr.
PŘÍLEŽITOSTI – O		HROZBY – T	
O1	Specializační vzdělávání radiačních pracovníků.	T1	Vznik/změna legislativy.
O2	Zavedení nových služeb v oblasti radiační ochrany.	T2	Zvýšení nároků na technické vybavení.
O3	Nové technologie.	T3	Poškození přístroje cizí osobou.
O4	Spolupráce s institucemi v oblasti radiační ochrany.	T4	Nedostatek personálu.
O5	Výměna zkušeností s radiačními pracovníky jiných pracovišť.	T5	Ztráta zdroje ionizujícího záření.
O6	Dotace MZČR a EU.	T6	Snížení finančního zajištění zdravotnictví (špatná ekonomická situace).

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024.

Níže jsou formou tabulek a grafů identifikovány silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby. Uvedené informace v tabulkách a grafech byly potřebné pro provedení SWOT analýzy. Jednotlivé informace byly získány z **brainstormingu** s radiologickými asistenty radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov.

Tab. 59 Silné stránky – S

SILNÉ STRÁNKY - S				
Parametr	Body	Váha	BxV	
S1	Technické vybavení	5	0,25	1,25
S2	Vzdělávání	4	0,10	0,40
S3	Školení	2	0,05	0,10
S4	Ochranné pomůcky	5	0,35	1,75
S5	Monitorování	4	0,15	0,60
S6	Zkoušky stability	3	0,10	0,30
Σ		23	1	4,40

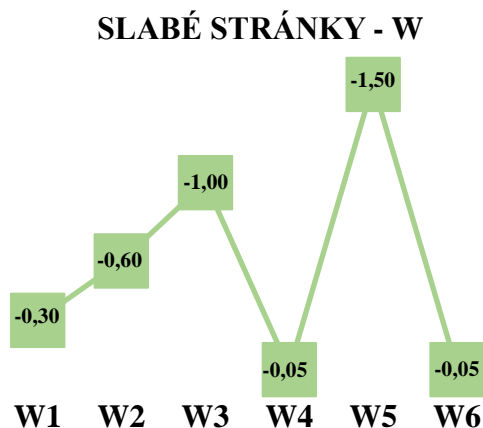


Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Nejsilnější stránkou radiodiagnostického oddělení (Tab. 59) lze považovat vzdělávání pracovníků a dostatečné množství ochranných pomůcek. Primář oddělení usiluje o finanční podporu od sponzorů pro obnovu ochranných stínících pomůcek podle nejnovějších trendů.

Tab. 60 Slabé stránky – W

SLABÉ STRÁNKY - W				
Parametr	Body	Váha	BxV	
W1	Uložení zástěry	-2	0,15	-0,30
W2	Kolimace	-3	0,20	-0,60
W3	Pozornost	-4	0,25	-1,00
W4	Učení	-1	0,05	-0,05
W5	Nepoužívání zástěry	-5	0,30	-1,50
W6	Trendy	-1	0,05	-0,05
Σ		16	1	-3,50

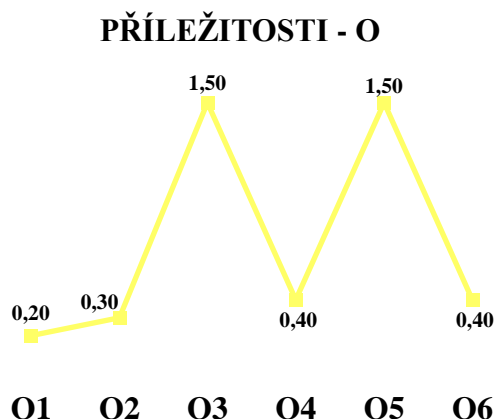


Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Po zhodnocení silných stránek následovalo hodnocení **slabých stránek** (Tab. 60) oddělení. Největší slabou stránkou je pracovníky vnímáno nedostatečné soustředění pracovníků, které může vyústit až k radiologické události. Radiologičtí asistenti řadí mezi slabou stránku oddělení nepoužívání ochranné zástěry a límce, a to především u starších kolegů. Při zhodnocení **příležitostí** (Tab. 61) bylo zjištěno, že oddělení nejvíce dbá na vzdělávání svých zaměstnanců, což jenom potvrdilo silnou stránku „vzdělávání pracovníků“. Jak již bylo uvedeno výše, vedení oddělení velmi dbá na vzdělanost svých pracovníků a podporuje je v celoživotním vzdělávání.

Tab. 61 Příležitosti – O

PŘÍLEŽITOSTI - O				
	Parametr	Body	Váha	BxV
O1	Specializace	2	0,10	0,20
O2	Nové služby	3	0,10	0,30
O3	Nové technologie	5	0,30	1,50
O4	Spolupráce	4	0,10	0,40
O5	Zkušenosti	5	0,30	1,50
O6	Dotace	4	0,10	0,40
Σ		23	1	4,30

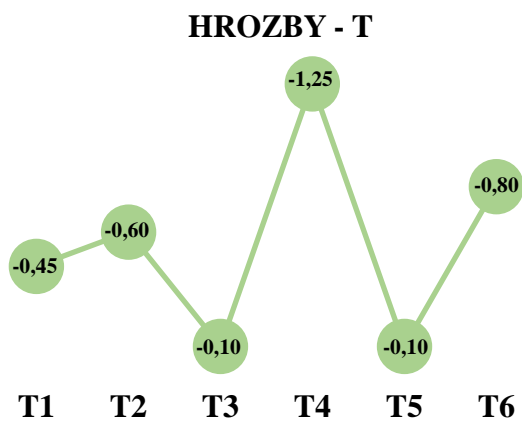


Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Nejzávažnější **hrozbou** (Tab. 62) pro oddělení byl vyhodnocen nedostatek personálu. Bez dostatečného množství pracovníků by nemohla být poskytována adekvátní a kvalitní zdravotní péče. Muselo by tak dojít k omezení provozu oddělení a ke snížení počtu výkonů na oddělení. Možný černý scénář by mohl vést až k vysokým finančním ztrátám nemocnice.

Tab. 62 Hrozby – T

HROZBY - T				
	Parametr	Body	Váha	BxV
T1	Legislativa	-3	0,15	-0,45
T2	Nároky	-3	0,20	-0,60
T3	Poškození přístroje	-1	0,10	-0,10
T4	Nedostatek personálu	-5	0,25	-1,25
T5	Ztráta ZIZ	-1	0,10	-0,10
T6	Ekonomika	-4	0,20	-0,80
Σ		-17	1	-3,30



Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Součin bodů a vah příslušných parametrů byl zadán do sloupce **BxV**. Hodnoty tohoto sloupce se v každém kvadrantu následně sečetly a byly získány čtyři hodnoty – dvě kladné pro silné stránky a příležitosti a dvě záporné pro slabé stránky a hrozby.

Tab. 63 Matice SWOT analýzy

	Silné stránky (S)			Slabé stránky (W)				
	B	V	BxV	B	V	BxV		
Interní faktory	Technické vybavení	5	0,25	1,25	Uložení zástěr	-2	0,15	-0,30
	Vzdělávání	4	0,10	0,40	Kolimace	-3	0,20	-0,60
	Školení	2	0,05	0,10	Pozornost	-4	0,25	-1,00
	Ochranné pomůcky	5	0,35	1,75	Učení	-1	0,05	-0,05
	Monitorování	4	0,15	0,60	Nepoužívání zástěr	-5	0,30	-1,50
	Stabilita	3	0,10	0,30	Trendy	-1	0,05	-0,05
	Celkem	23	1,00	4,40	Celkem	16	1,00	-3,50
	Příležitosti (O)			Hrozby (T)				
	B	V	BxV	B	V	BxV		
Externí faktory	Specializace	2	0,10	0,20	Legislativa	-3	0,15	-0,45
	Nové služby	3	0,10	0,30	Nároky	-3	0,20	-0,60
	Nové technologie	5	0,30	1,50	Poškození přístroje	-1	0,10	-0,10
	Spolupráce	4	0,10	0,40	Nedostatek personálu	-5	0,25	-1,25
	Zkušenosti	5	0,30	1,50	Ztráta ZIZ	-1	0,10	-0,10
	Dotace	4	0,10	0,40	Ekonomika	-4	0,20	-0,80
	Celkem	23	1,00	4,30	Celkem	17	1,00	-3,30

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

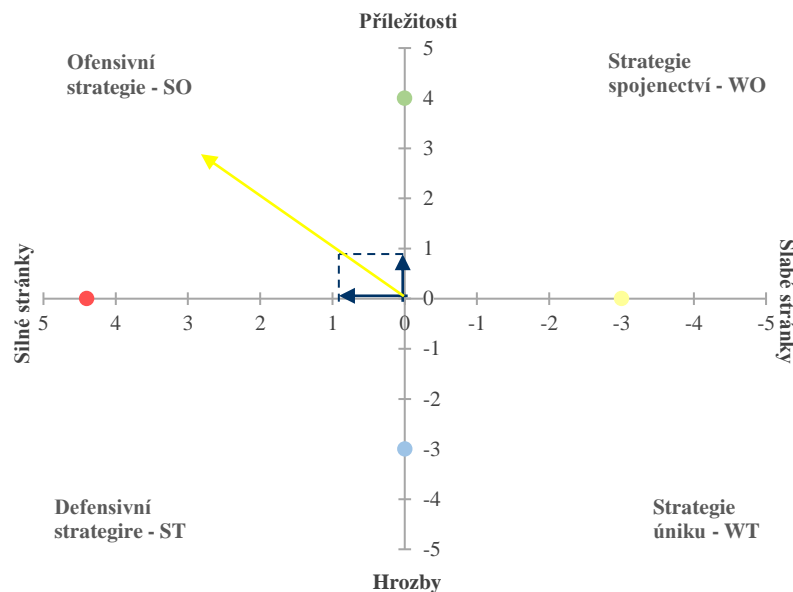
Následně byly sečteny interní (0,90) a externí faktory (0,90) a jejich společná hodnota (1,80) určuje konečnou bilanci – výsledek (Tab. 64).

Tab. 64 Vyhodnocení SWOT analýzy

Interní část		Externí část	
Silné stránky (S)	4,40	Příležitosti (O)	4,20
Slabé stránky (W)	-3,50	Hrozby (T)	-3,30
Celkem	0,90	Celkem	0,90
Vyhodnocení SWOT analýzy			
	Interní část		0,90
	Externí část		0,90
	Celkem		1,80

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Výsledky SWOT analýzy jsou graficky znázorněny (Graf 20). Vyhodnocení SWOT analýzy ukázalo, že nejatraktivnější variantou strategie je **SO** (zkratka z anglického slova Strengths Opportunities) tj. **ofenzivní** strategie. Silné stránky převažují nad slabými, ale příležitosti nad hrozbami.



Graf 20 Grafické znázornění vyhodnocení SWOT analýzy

Zdroj: Vlastní zpracování

7.4 Check-list analýza

Autorkou diplomové práce byl pro účely předkládané práce vypracován **Check-list** nebo-li **kontrolní seznam** (Tab. 65), který byl určen k systematické kontrole předem definovaných prvků opatření a podmínek. Kontrolní seznam je jednoduchá technika, která ověřuje správnost či úplnost postupů. Používá se jako základ sofistikovaných metod v oblastech rizik, kvality a bezpečnosti. Autorkou byl vytvořen soubor kontrolních otázek, který je zaměřený na tři oblasti – **radiační pracovník**, faktory předcházející vzniku **radiační mimořádné události** a **radiologické události**. Odpovědi na stanovené otázky byly interpretovány v rámci **brainstormingu**.

Vytvořením seznamu kontrolních otázek v metodě Check-list byly zjištěny nedostatky ochrany, které mohou vést ke vzniku radiační mimořádné události a radiologické události. Pro vyhodnocení bylo nezbytně nutné vytvořit konkrétně, jak postupovat ve výkonu povolání s použitím ionizujícího záření. Je nezbytné věnovat pozornost rentgenové žádance odesílající na vyšetření. Jakákoliv nepatrná nepozornost může vést k radiologické události.

Vytvořený Check-list byl následně vyhodnocen s pomocí níže uvedených vzorců:

- Všechny kladné odpovědi v %: $Sko = (\sum Sko / \sum Cot) \cdot 100$.
- Všechny záporné odpovědi v %: $Szo = (\sum Szo / \sum Cot) \cdot 100$.

Zdroj: Horák a kol., 2015

Tab. 65 Check-list analýza ochrany na radiodiagnostickém oddělení,
část 1.

Č.	OTÁZKA	ANO	NE
RADIAČNÍ PRACOVNÍK			
1.	Jsou zajištěny dostatečné pracovní podmínky pro výkon povolání radiačních pracovníků?	X	
2.	Je vyhrazen prostor pro radiační pracovníci k vykonání vlastních potřeb (jídlo, pití, toaleta, odpočinek)?	X	
3.	Jsou radiační pracovníci podrobeni pravidelné lékařské prohlídce?	X	
4.	Jsou radiační pracovníci každoročně proškoleni v oblasti radiační ochrany?	X	
5.	Jsou radiační pracovníci znalí v oblasti radiační ochrany?	X	
6.	Je radiačním pracovníkům poskytnuta možnost dalšího vzdělávání v oblasti radiační ochrany?	X	
7.	Nosí radiační pracovníci osobní dozimetr umístěn na referenčním místě?	X	
8.	Všichni radiační pracovníci evidují opakování vyšetření do Deníku?		X
9.	Dodržují radiační pracovníci ochranu časem a vzdáleností?	X	
10.	Používají radiační pracovníci ke své ochraně ochrannou zástěru a límec?		X
RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST A RADIOLOGICKÁ UDÁLOST			
11.	Jsou radiační pracovníci každoročně proškoleni v havarijní připravenosti a v zásahových instrukcích?	X	
12.	Vědí radiační pracovníci, jak postupovat v případě požáru zdroje ionizujícího záření?	X	
13.	Jsou akusticky zajištěny zdroje ionizujícího záření při spuštění expozice?	X	
14.	Na všech zdrojích ionizujícího záření jsou pravidelně kontrolovány zkoušky provozní stálosti?	X	
15.	Jsou zajištěny zdroje ionizujícího záření před nepovolanými osobami?	X	
16.	Při zahájení vyšetření jsou zavřené dveře mezi vyšetřovnou a ovladovnou?		X
17.	Dávají radiační pracovníci podepsat doprovodné osobě pacienta na rentgenové vyšetření " <i>Souhlas doprovodné osoby</i> "?		X
18.	Vědí radiační pracovníci, že je přísný zákaz upravovat přednastavený firemní protokol?	X	
19.	Jsou skladovány ochranné osobní pomůcky ve svislé poloze?	X	
20.	Jsou ochranné osobní pomůcky pravidelně kontrolovány?	X	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 66 Check-list analýza ochrany na radiodiagnostickém oddělení, pokračování Tab. 65, část 2.

Č.	OTÁZKA	ANO	NE
RADIAČNÍ MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST A RADIOLOGICKÁ UDÁLOST			
21.	Je zajištěn dostatečný počet ochranných stínících pomůcek pro radiační pracovníky?	X	
22.	Jsou pro radiační pracovníky zajištěny takové ochranné stínící pomůcky, které jim vyhovují (velikost apod.)?		X
23.	U každého vyšetření je jasně stanovena indikace, proč je vyšetření s použitím ionizujícího záření požadováno?	X	
24.	Jsou žádanky na rentgenové vyšetření vyplněny správně?		X
25.	Dotazují se radiační pracovníci žen v reprodukčním věku na graviditu?		X

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Vyhodnocení otázek Check-list pro radiodiagnostické oddělení

Tab. 67 Vyhodnocovací tabulka Check-listu o ochraně

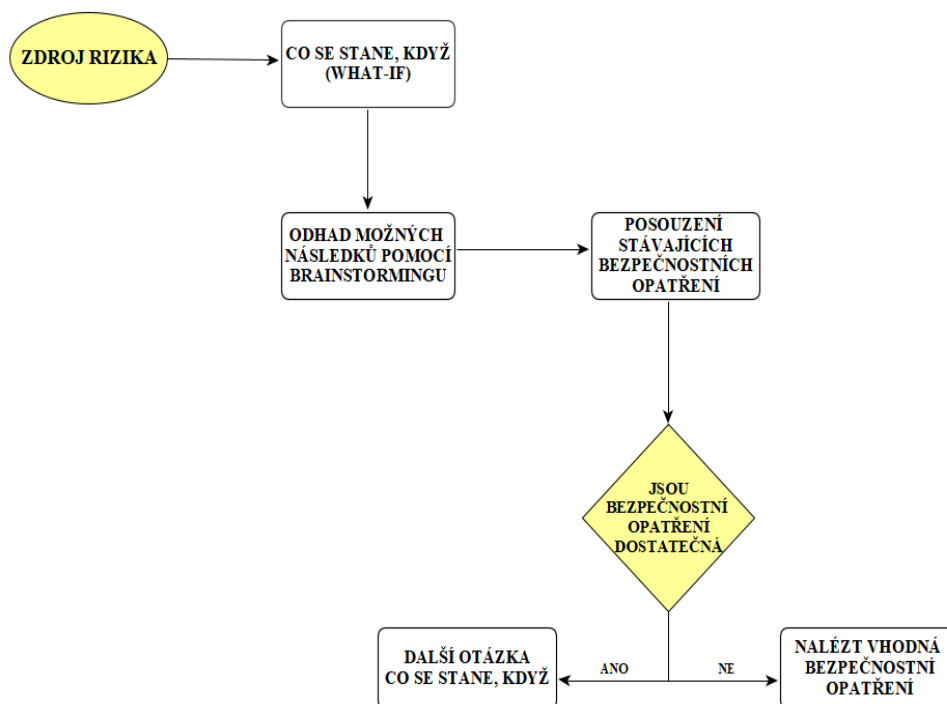
	Označení	Počet	%
Sumarizace celkového počtu otázek	Σ Cot	25	100
Sumarizace všech kladných odpovědí	Σ Sko	18	72
Sumarizace všech záporných odpovědí	Σ Szo	7	28

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Podle vzorců uvedených výše bylo vyhodnoceno celkem **72 % kladných odpovědí** (Σ Sko) a **28 % odpovědí záporných** (Σ Szo). Z otázek uvedených v *Check-listu* vyplývá, že radiační pracovníci nedostatečně evidují počty opakovaných vyšetření do *Deníku opakovaných vyšetření*. Ze *SWOT analýzy* provedené na základě brainstormingu vyplynulo, že starší generace radiačních pracovníků nepoužívá ke své ochraně zástěru a límec. Rovněž *Check-list* poukázal na skutečnost, že radiační pracovníci nepoužívají ke své ochraně ochrannou zástěru a límec. Dotazování radiačních pracovníků na graviditu ženy, souhlas doprovodné osoby před rentgenovým vyšetřením a také obdržení bezchybné žádanky na rentgenové vyšetření je v rámci seznamu vyhodnoceno negativně. Vytvořený kontrolní seznam navazuje na analýzu What-if analýza.

7.5 What-if analýza

What-if je metoda, která se používá především k identifikaci důsledků související s rizikovými oblastmi. Každou oblast prozkoumá alespoň jeden odborník, který posoudí rizika a jejich důsledky, stanoví opatření a navrhne alternativy ke snížení rizika. Proces metody What-if je znázorněn na následujícím diagramu (Obr. 34).



Obr. 34 Vývojový diagram What-if

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Autorkou práce bylo provedeno celkové vypracování What-if analýzy včetně možných scénářů, hodnocení a doporučení (Příloha P XVI). Analýza je rozšířena o **matici rizik**, na základě které byly vytvořeny **koeficienty pravděpodobnosti nebezpečných událostí** (Tab. 68) a **koeficienty dopadu nebezpečných událostí** (Tab. 69).

Tab. 68 Koeficient pravděpodobnosti vzniku události

Označení	Název	Popis
I.	Nízká pravděpodobnost.	Ještě se nestala.
II.	Spíše nižší pravděpodobnost.	Stala se jednou.
III.	Spíše vyšší pravděpodobnost.	Stala se dvakrát až třikrát.
IV.	Vysoká pravděpodobnost.	Stala se vícekrát.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tab. 69 Koeficient závažnosti dopadu události

Označení	Název	Popis
A	Bezvýznamný	Radiační ochrana je dodržena.
B	Málo závažný	V radiační ochraně jsou mírné nedostatky.
C	Významný	V radiační ochraně je nalezeno více nedostatků.
D	Kritický	Radiační ochrana nedodržena.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Rizika byla rozdělena do čtyř kategorií přijatelnosti (Tab. 70). Jedná se o **akceptovatelné**, **přijatelné**, **dočasně přijatelné** a **nepřijatelné riziko**, včetně rozsahu a popisu konkrétních kategorií přijatelnosti rizika.

Tab. 70 Přijatelnost rizika

Označení	Název	Popis
Akceptovatelné	1 - 4	Riziko je nízké, není potřeba navrhovat opatření.
Přijatelné	5 - 8	Riziko je přípustné, opatření není nutné zavádět okamžitě.
Dočasně přijatelné	9 - 13	Riziko je přípustné, je nutné připravit opatření.
Nepřijatelné	14 - 16	Riziko je vysoké, je nutné se ihned zabývat nutnými opatřeními.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Na závěr analýzy byla vytvořena matice 4×4 s jednotlivými riziky, která určují **míru rizika** a **potřebu zavedení vhodných opatření** (Tab. 71). Pro analýzu What-if zaměřenou na ochranu pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením byly na základě Check-list analýza vytvořeny možné scénáře pro identifikovaná rizika. Každému scénáři byly přiřazeny koeficienty pravděpodobnosti a dopadu. Výstupem uvedené analýzy je **matice rizik** (Tab. 71), která je výsledkem výpočtu:

$$R = P \times D,$$

kde **R** je riziko, **P** je pravděpodobnost a dopad označuje písmeno **D**.

Tab. 71 Matice rizik

P/D	A	B	C	D
I.	1	3	6	10
II.	2	5	9	13
III.	4	8	12	15
IV.	7	11	14	16

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tolerance k riziku je v matici označena barvou, která představuje úroveň tolerance k riziku. **Zelená barva** označuje přijatelné riziko, **žlutá barva** přijatelné riziko, **oranžová barva** dočasně přijatelné riziko a **červená barva** riziko nepřijatelné. Je nezbytné, aby nepřijatelná rizika označená červenou barvou byla co nejdříve řešena a minimalizována přijetím vhodných opatření. Analýza rizik ukázala, že radiační pracovníci nepoužívají ochrannou zástěru a límec. Osobní ochranné stínící pomůcky nesedí velikostně, což znamená, že pracovníci mohou jednotlivé ochranné pomůcky používat chybně nebo vůbec. Nejdůležitějším i nejvýznamnějším opatřením před vznikem rizik je edukace pracovníků dohlízející osobou o zásadách ochrany před ionizujícím zářením a kontrola, proč ochranné pomůcky pracovníkovi nesedí. Významnými riziky, která mohou vést k radiologické události, jsou nesprávně vyplněny žádanky k rentgenovému vyšetření. Nezavírání dveří mezi ovladovnou a vyšetřovnou je v rozporu se zásadami radiační ochrany. V případě takové události by mělo opět docházet k edukaci pracovníků dohlízející osobou.

8 ZHODNOCENÍ NEDOSTATKŮ V RADIAČNÍ OCHRANĚ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ

Poslední zásadou diplomové práce bylo zhodnocení nedostatků v oblasti radiační ochrany. Na základě získaných informací z dotazníkového a analyticko-empirického průzkumu byla autorkou zhodnocena ochrana pracovníků a pacientů radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov.

Radiační ochrana pracovníků

Výsledným zjištěním bylo, že radiačními pracovníky nejsou dodržovány zásady ochrany před ionizujícím zářením. Při výkonu povolání někteří pracovníci nepoužívají ochrannou zástěru a límec. Také nedochází k pravidelnému zavírání dveří mezi vyšetřovnou a ovladovnou. Není tak zapnuta světelná signalizace u vstupu do vyšetřovny z chodby a tak může kterýkoliv pracovník vstoupit do vyšetřovny, kde probíhá expozice. Dalším zjištěním bylo, že není evidováno každé opakování vyšetření do *Deníku opakovaných vyšetření*.

Radiační ochrana pacientů

V rámci dotazníkového šetření byla zjištěna patrná obava pacientů z vyšetření. Dochází také k vyžádání kontaktního ochranného stínění, které v současné době nemusí být efektivní.

Závěrečná sumarizace a zhodnocení

Na radiodiagnostickém oddělení dochází k případům, kdy rentgenové žádanky nejsou vyplněny správně nebo chybí nutný údaj. V případě nepozornosti a nesprávného postupu radiologické asistenta může dojít ke vzniku radiologické události. V takovém případě je na místě nutná edukace indikujícího lékaře o požadovaných údajích na rentgenové žádance. Z dotazníkového šetření – pacient vyplývá, že ve většině případů rentgenové vyšetření indikovala zdravotní sestra, která k takovému kroku nemá kompetence.

9 NÁVRH OPATŘENÍ KE ZLEPŠENÍ OCHRANY NA ODDĚLENÍ

Autorka diplomové práce předkládá s ohledem na prostudovanou literaturu, zpracovanou praktickou část práce, která byla autorka zpracována převážně z brainstormingu s radiologickými asistenty, návrhy opatření ke zlepšení ochrany. Implementace návrhů do praxe by mohla pomoci k prevenci před vznikem radiační mimořádnou událostí a radiologickou událostí.

Chybný údaj na rentgenové žádance, identifikace a vyšetření pacienta

Dokumentátorka při převzetí žádanky k rentgenovému vyšetření od pacienta by se měla ujistit dotazem, zda se jedná o dotyčnou osobu. U nespolupracujících hospitalizovaných pacientů by měla být identifikaci pacienta zkontrolována radiologickým asistentem na identifikačním náramku pacienta.

V České republice některá radiodiagnostická oddělení využívají vyvolávací (pořadnickový) systémem jako prevenci předbíhání mezi pacienty. Autorka na základě zkušeností s přechozího zaměstnání ve fakultní nemocnici považuje vyvolávací systém za adekvátní. Pacienti by si při příchodu do čekárny oddělení vyzvedli lístek s pořadovým číslem, a jakmile by bylo toto číslo hlášeno na elektronické informační tabuli umístěné v čekárně a u vstupu do vyšetřovny, přišel by do registrace a pod stejným číslem by byl vyvolán ke vstupu do dané vyšetřovny. Zde by autorka ráda poznamenala, že v zahraničí je v testovací fázi instrument, který by umožňoval pořizování portrétních fotografií vyšetřovaného pacienta zároveň s rentgenovým snímkem. Obojí obrazová data by byla ukládána na archivační server PACS (*zkratka z anglického slova Picture Archiving and Communication System*).

Další možností je technologie využívající čárového kódu, kterou taktéž využívají některá radiodiagnostická oddělení v České republice. Pacientovi, kterému je indikováno vyšetření zobrazovací modalitou, by byl přiřazen čárový kód. Po jeho načtení z papírové žádanky by byly identifikační údaje pacienta zobrazeny v nemocničním informačním systému, tak i v konzoli přístroje. Tímto způsobem by bylo možné minimalizovat omyly, kdy je evidenčním pracovníkem nebo radiologickým asistentem v nemocničním informačním systému zapsána nesprávná žádanka (na jiné identifikační jméno pacienta) nebo kdy jsou snímky ukládány na úložiště pod nesprávným jménem pacienta.

Průvodní list k rentgenovému vyšetření

Diagnostické odd. - číslo žádanky: 722432707

Datum a čas žádosti: 08.04.2024 12:18
 Datum požadovaný: 08.04.2024

Oddělení: HOS2 IČP: 05002390 odb. 4F2
 Tel.: 6425 Č.pokoje:

Příjmení a jméno: _____ Rodné číslo: _____
 Bydliště a PSČ: _____ Kód pojišťovny: _____

Klinická + číselná diagnóza (podezření):
 C692 ZN - sítnice [retina]

Anamnéza:
 Průběh o vstupní RTG S-P u 2leté pacientky s retinoblastomem gr. C-D lat sin. přijata dne 8.4.2024 na KDHO k dovyšetření a zahájení systémové onkologické léčby, klinicky jinak bez obtíží. Děkuji mozkat.

Alergie centrální:
 susp. mango - nebylo potvrzeno, jiné alergie matka neguje

Alergie na kontrastní látku ne Kardiotimulátor ne Gravida ne

Váha: 16.2 kg
 Výška: 91.0 cm

Žadání vyšetření:
 RTG S-P

Očekávaný přínos:
 plicní krevba, srdeční stín, vyloučení ložisk. poškození charakteru meta

MUDr. Dabránská SVOB

Formální
 13x18
 18x24
 24x30
 20x40
 35x35
 35x43
 15x40
 20x40
 20x60
 18x43

Obr. 35 Některé nemocnice v České republice používají čárové kódy pod rodným číslem pacienta. Čárový kód je na rentgenové žádance v pravém horním rohu.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

V prevenci před stranovou záměnou by si měl radiologický asistent stranovou lokalizaci pacientových obtíží ověřovat dotazem, nikoliv jen dle rentgenové žádanky. Provedení chybného vyšetření často souvisí s nesprávnou identifikací pacienta. Velmi výjimečně dochází k provedení nesprávného vyšetření ve smyslu osnímkování jiné oblasti, než bylo indikováno z důvodu nepozornosti radiologického asistenta. Jedinou možností, jak tomuto pochybení předejít, je úzká spolupráce mezi asistenty na pracovišti a jejich vzájemná kontrola.

Nejasné specifikace vyšetření mohou vést k vyšetřování větší oblasti, než je ve skutečnosti potřeba, příkladem je neodůvodněný požadavek kontrolního vyšetření celé horní končetiny, přičemž ve skutečnosti má být pořízen pouze snímek zápěstí po repozici fraktury. Dalším problémem z praxe může být význam slov „snímek hrudníku“ ve smyslu vyšetření srdce a plic a snímek hemithoraxu, kdy lékař nejasně specifikuje, zda má být záměrem vyšetření plicní kondenzace nebo fraktura žeber. Problematika se prolíná s nedostatečným zdůvodněním indikovaného vyšetření, kdy hrozí, že radiační újma pacienta převýší samotný přínos vyšetření. Radiologičtí asistenti se během své praxe setkávají s případy, kdy je pacient odeslán indikujícím lékařem na vyšetření se žádankou, která obsahuje pouze údaj o tom, která oblast se má vyšetřovat, a jakékoli další informace, které by danou indikaci zdůvodnily, chybí.

Autorka v takovém případě navrhuje řešení ve smyslu edukace indikujících lékařů dohlížející osobou, případně klinickým radiologickým fyzikem.

Vývoj a podpora softwaru, který by mohl sloužit jako informační podpora pro indikující lékaře, případně zavedení jiného systému.

Sdílení dat o rentgenových vyšetření mezi zdravotnickými zařízeními

Simplifikace sdílení obrazové dokumentace mezi jednotlivými zdravotnickými zařízeními by bylo možné docílit vytvořením „*Centrální evidence rentgenových vyšetření*“, která by obsahovala záznamy o absolvovaných vyšetřeních včetně obdržených dávek pacienta. Systém by byl založen na podobné bázi jako *Centrální datové úložiště elektronických receptorů* a obsahoval by informace o tom, ve kterém zdravotnickém zařízení pacient dané vyšetření absolvoval. Každý indikující lékař, který by odesílal pacienta k rentgenovému vyšetření, by měl přístup k „*centrální evidenci*“ a měl by možnost se přesvědčit, zda pacient v nedávně době neabsolvoval dané vyšetření.

Evidence dávek pacienta

Sledování úrovně radiačních dávek má smysl pro radiologického fyzika, který by měl, snaží možnost kontroly, zda nedochází k opakovanému překračování místních diagnostických referenčních úrovní a do určité míry tak korigovat radiační zátěž pacientů. Vývoj softwaru, který by umožňoval vytváření statistik radiačních dávek za určité předem definované období a mohl by pomoci ke zvyšování ochrany pacientů v radiodiagnostice.

Zpracování a následná evidence jednotlivých událostí na radiodiagnostických oddělení

Vývoj softwaru pro sledování nežádoucích situací v radiodiagnostice a následné statistické zpracování nebo zakomponování funkce ohlašování pochybení do nemocničního informačního systému by mohl pomoci k zefektivnění programu kvality nemocnice. Software by usnadnil identifikaci rizikových situací, které mohou vést ke vzniku události. Zpracované statistické výstupy z tohoto systému by rovněž mohly být využívány jako edukační materiál zaměřený na prevenci vzniku událostí realizovaný v rámci periodického školení radiačních pracovníků.

ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce byla zaměřena na ochranu radiačních pracovníků a pacientů před ionizujícím zářením radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace.

Autorka práce podrobně prostudovala odbornou literaturu a právní předpisy týkající ochrany před ionizujícím zářením. Na základě odborné publikace zpracovala detailní přehled ochrany pracovníků a pacientů na jednotlivých pracovištích oddělení – skiografie, skiaskopie a výpočetní tomografie. Pro lepší pochopení a orientaci čtenářů analyticko-empirické části se v první části práce věnovala také definicím radiační mimořádné události a radiologické události.

Výzkumným šetřením skrze dotazník byla zjištěna adekvátní úroveň ochrany na oddělení. Avšak je nutné provést edukaci především starší generaci pracovníků o významu ochrany před účinky ionizujícího záření. Byla také zjištěna určitá míra radiofobie u pacientů, ikdyž s rozvojem techniky došlo k výraznému snížení dávek pacienta. Jednotlivé otázky dotazníkového šetření byly vyhodnoceny pomocí tabulky a grafického znázornění, které rozebírá otázku dle pohlaví nebo věku. Technikou sběru dat bylo pomocí brainstormingu odhaleno 10 rizikových faktorů vedoucí ke vzniku radiační mimořádné události. Více faktorů bylo identifikováno u rizik vedoucí ke vzniku radiologické události. Pomocí SWOT analýzy byly odhaleny silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby připravenosti na faktory předcházející vzniku události. Metoda Check-list slouží k posouzení správnosti postupů během výkonu práce se zdroji ionizujícího záření a výskytu radiační mimořádné události a radiologické události na oddělení. Autorka využila i metodu What-if k důkladné revizi a identifikaci 25 potenciálních scénářů analyzujících možné příčiny a důsledky rizik vzniku událostí na oddělení. Komplexním přístupem autorka poskytuje důkladný a ucelený přehled analýz týkající se především radiačních mimořádných událostí a radiologických událostí, ke kterým by na oddělení mohlo dojít.

Závěr průzkumu nabízí řadu opatření, která by mohla efektivně zlepšit ochranu pracovníků a pacientů radiodiagnostického oddělení. Navržená opatření vychází z pozorování, brainstormingu s radiologickými asistenty oddělení, výsledků dotazníkového šetření a z provedených analýz.

Výzkumné otázky byly zodpovězeny a podloženy provedeným výzkumným šetřením. Lze konstatovat, že cíle diplomové práce byly úspěšně splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AMERICAN SOCIETY OF RADIOLOGIC TECHNOLOGISTS, 2021. *ASRT Update on Gonadal and Fetal Shielding*. Online. Dostupné z: <https://www.asrt.org/main/news-publications/news/article/2021/01/15/asrt-update-on-gonadal-and-fetal-shielding>.

[cit. 2024-03-04].

BARRIER TECHNOLOGIES, 2023. *When to Wear a Lead Apron With a Thyroid Collar?* Online. Dostupné z: <https://barriertechnologies.com/when-to-wear-lead-apron-with-thyroid-collar>. [cit. 2024-02-03].

BERKOVÁ, Renata, 2015. *Způsoby radiační ochrany pracovníků na pracovištích PET/CT*. Praha. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Mihalová Petra, Ing.

BIOTRONIK, © 2024. *Zero-Gravity*. Online. Dostupné z: <https://www.biotronik.com/en-us/products/services/zero-gravity>. [cit. 2024-01-30].

BOETTER-JENSEN, Lars; MCKEEVER, Stephen W. S. a WINTLE, Ann G, 2003. *Optically Stimulated Luminescence Dosimetry*. Amsterdam: Elsevier, ISBN 0 444 50684 5.

Brainstorming © 2011-2016. Online. Management mania. ManagementMania's Series of Management. Dostupné z: <https://managementmania.com/en/brainstorming>. [cit. 2024-02-24].

BURBRIDGE, Brent and MAH, Evan, © 2017. *Undergraduate Diagnostic Imaging Fundamentals*. Online. University of Saskatchewan. Dostupné z: <file:///C:/Users/Renata/Desktop/Undergraduate-Diagnostic-Imaging-Fundamentals-1561759853.pdf>. [cit. 2024-02-26].

CANDROVÁ, Daniela, 2015. *Použití TL dozimetru při měření nehomogenity ozáření*. České Budějovice. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce Mgr. Zuzana Freitinger Skalická, Ph.D.

CASEY, Brian, 2009. *Class-action lawsuit hits Cedars-Sinai, GE over CT dose*. Online. AuntMinnie.com. Dostupné z: <http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=sup&sub=cto&pag=dis&ItemID=87696>. [cit. 2024-03-16].

ČESKO, 2016. *Zákon č. 263/2016 Sb.: Zákon atomový zákon*. In: Sbíрка zákonů. 102/2016. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>.

ČESKO, 2023. *Vyhláška č. 319/2023 Sb.: Vyhláška o stanovení hodnot bodu, výše úhrad za hrazené služby a regulačních omezení pro rok 2024.* In: Sběrka zákonů. 149/2023. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2023-319>.

ČESKO, 2016. *Vyhláška č. 359/2016 Sb.: Vyhláška o podrobnostech k zajištění zvládnutí radiační mimořádné události.* In: Sběrka zákonů. 143/2016. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-359>.

ČESKO, 2016. *Vyhláška č. 422/2016 Sb.: Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje.* In: Sběrka zákonů. 176/2016. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422/zneni-20210101>.

Desatero radiační ochrany pacientů při skiaskopii: Snížení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu. Online. In: Státní ústav radiační ochrany. Dostupné z: https://www.suro.cz/system/files/2021-03/Skiaskopie_info_pro_pracovniky.pdf. [cit. 2024-01-19].

Desatero radiační ochrany personálu při skiaskopii: Snížení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu. Online. In: Státní ústav radiační ochrany. Dostupné z: https://www.suro.cz/system/files/2021-03/Skiaskopie_info_pro_pracovniky.pdf. [cit. 2024-03-19].

DHOBLE, Sanjay J. 2022. *Radiation dosimetry phosphors: synthesis, mechanisms, properties and analysis.* Woodhead Publishing series in electronic and optical materials. Cambridge, MA: Woodhead Publishing. ISBN 9780323854726. Dostupné také z: <https://proxy.k.utb.cz/login?url=https://www.sciencedirect.com/science/book/9780323854719>. [cit. 2023-11-30]

DOMINO, Donna, 2010. *Settlement reached in Mad River pediatric CT radiation case.* Online. AuntMinnie.com. Dostupné z: <http://www.auntminnie.com/index.aspx?sec=ser&sub=def&pag=dis&ItemID=90713>. [cit. 2024-03-16].

EKENDAHL, Daniela, 2022. *Osobní dozimetrie.* Online. Rentgen Bulletin. Online. Praha: Státní ústav radiační ochrany. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/lekarske-ozareni/rtg_bulletin_2012.pdf. [cit. 2023-11-24].

EUROPEAN COMMISSION, 2013. *Final Report Summary - ORAMED (Optimization of radiation protection of medical staff)*. Online. Dostupné z: <https://cordis.europa.eu/project/id/211361/reporting>. [cit. 2024-01-30].

FRANE, Nicholas a BITTERMAN, Adam. *Radiation Safety and Protection*. Online. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK557499/>. [cit. 2024-01-24].

FUKÁTKO, Tomáš, 2007. *Detekce a měření různých druhů záření*. Praha: BEN - technická literatura. ISBN 978-80-7300-193-3.

HAVLÍKOVÁ, Miroslava, 2023. *Připravenost na řešení mimořádné události v Domě s pečovatelskou službou*. Zlín. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Vedoucí práce Benčíková Eleonóra, Mgr., Ing., Ph.D., MPH, MHA

Health Effects of Ionising Radiation on People: Effective Radiation Dose, © 2024. Online. In: National Environment Agency. Dostupné z: <https://www.nea.gov.sg/our-services/radiation-safety/understanding-radiation/health-effects-of-ionising-radiation-on-people>. [cit. 2024-04-16].

HILES, P.; Gilligan, P.; Damilakis, J. et al., 2021. *European consensus on patient contact shielding*. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s13244-021-01085-4>. [cit. 2024-01-25].

HORÁK, Rudolf et al., 2015. *Zásady ochrany společnosti*. ISBN 9788074182365.

HUŠÁK, Václav, 2009. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2350-0.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2004. *Practical Radiation Technical Manual – Individual Monitoring*. Online. Vienna. IAEA-PRTM-2. Dostupné z: https://www.pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PRTM-2r1_web.pdf. [cit. 2023-11-18].

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1977. *ICRP Publication 26 – Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Online. Oxford: Pergamon Press. Dostupné také z: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_1_3. [cit. 2024-03-16].

INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION, 1990. *1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection*. Online.

Oxford: Pergamon Press. ISSN 0146-6453. Dostupné také z: https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/ANIB_21_1-3. [cit. 2024-03-16].

JEMELKA, Pavel, 2013. *Kvantitativní a kvalitativní změny svazku záření při průchodu standardními ochrannými pomůckami a porovnání druhů ochranných pomůcek*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedouc práce Vichla Michal, Bc.

LAKHWANI, O. P.; DALAL, Vipin a NAGALA, Ashok, 2018. *Radiation protection and standardization*. Online. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcot.2018.08.010>. [cit. 2024-02-15].

LEIGH, D. (2010). SWOT Analysis. Handbook of Improving Performance in the Workplace, 2. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/9780470592663.CH24>. [cit. 2024-03-01].

KIM, J. H., 2018. *Three principles for radiation safety: time, distance, and shielding*. Online. Korean J Pain. Dostupné z: 10.3344/kjp.2018.31.3.145. [cit. 2024-02-25].

LAUBOVÁ, Michaela, 2015. *Radiační ochrana zaměstnanců v Protonovém centru*. Praha. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Rosina Josef, prof., MUDr., Ph.D.,

MERCIECA, M.; SCHEMBRI, F.; INGLOTT, A. SS.; and AZZOPARDI, L. M. (2019) SWOT Anylysis. Pharmaceutical Technology. Dostupné z https://doi.org/10.4337/9781784712082_00015. [cit. 2024-03-13].

NESEJTOVÁ, Šárka, 2018. *Radiační mimořádné události a radiologické události v radiodiagnostice*. Praha. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze. Vedoucí práce Pech Petr, Mgr.

U.S. DEPARTMENT OF LABOR. *Ionizing Radiation, Control & Prevention*. Online.. Occupational Safety and Health Administration. Dostupné z: <https://www.osha.gov/ionizing-radiation/control-prevention>. [cit. 2024-02-20].

QUIRUMED, ©2004-2021. *Ochranné zástěry a další pomůcky k RTG*. Online. Dostupné z: https://www.quirumed.com/cz/zdravotnický-material/zdravotnicka-skrin/ochranné-zastěry-a-dalsi-pomucky-k-rtg?product_list_limit=30. [cit. 2024-01-15].

PODZIMEK, František, 2021. *Radiologická fyzika. Aplikace ionizujícího záření*. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-06829-8.

PODZIMEK, František. Radiologická fyzika, 2022. *Ochrana před ionizujícím zářením*. Praha: České vysoké učení technické. ISBN 978-80-01-06971-4.

PROUZA, Zdeněk a ŠVEC, Jiří, 2008. *Zásahy při radiační mimořádné události*. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-046-3.

RADIOLOGYINFO.ORG, © 2024. *Radiation Dose*. Online., November 01, 2022. Dostupné z: <https://www.radiologyinfo.org/en/info/safety-xray>. [cit. 2024-04-15]

RADIATION DETECTION COMPANY, ©2023. *5 Critical Facts About OSL Dosimeters*. Online. Dostupné z: <https://www.radetco.com/5-critical-facts-about-osl-dosimeters>. [cit. 2023-12-02].

ROSINA, Jozef; VRÁNOVÁ, Jana a KOLÁŘOVÁ, Hana, 2021. *Biofyzika: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-4276-7.

STATKIEWICZ SHERER, Mary Alice; VISCONTI, Paula J.; RITENOUR, E. Russel and HAYNES, Kelli Welch, 2022. *Radiation Protection in Medical Radiography*. 9th Edition. Amsterdam: Elsevier. ISBN 978-0-323-82503-0.

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST, 2007. Radiační ochrana. Doporučení. *Osobní monitorování Část I. – zevní ozáření*. Online. Praha: Státní úřad jaderné bezpečnosti. Dostupné z: https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/28-dozimetrie_zevni_2007.pdf. [cit. 2024-01-02].

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU SPOLEČNOST, 2009. *Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany 2007*. Online. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf. [cit. 2023-11-29]

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST, 2019. Radiační ochrana. Doporučení. *Osobní monitorování Část I. – zevní ozáření*. Online. Praha: Státní úřad jaderné bezpečnosti. Dostupné z: https://sujb.gov.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/DR-RO-6D.1_REV._0.0_Doporuceni_Osobni_Monitorovani_cast_I.pdf. [cit. 2023-11-01].

STROHAL, Anjarika, 2020. *How to Improve the Protection of Patients Undergoing Frequent Medical Imaging*. Online. International Atomic Energy Agency. Dostupné z:

<https://www.iaea.org/newscenter/news/how-to-improve-the-protection-of-patients-undergoing-frequent-medical-imaging>. [cit. 2024-03-25].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2012. *Princip zdůvodnění*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/princip-zduvodneni>. [cit. 2023-10-15].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2014. *Vliv centrace pacienta na dávku při CT zobrazení*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/vliv-centrace-pacienta-na-davku-pri-ct-zobrazeni/>. [cit. 2023-11-10].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2015. *Těhotenství a práce v kontrolovaném pásmu*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/tehotenstvi-a-prace-v-kontrolovanem-pasmu>. [cit. 2023-11-01].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-271-0709-4.

SÚKUPOVÁ, Lucie., 2019a. *Používat ochranné stínění u rtg a CT vyšetření*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/pouzivat-ochranne-stineni-u-rtg-a-ct-vysetreni/>. [cit. 2023-11-20].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2019b. *Princip zdůvodnění*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/diagnosticka-referencni-uroven-jako-nastroj-optimalizace>. [cit. 2023-10-20].

SÚKUPOVÁ, Lucie, 2020. *Použití ochranného stínění u skiagrafických vyšetření*. Online. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/pouziti-ochranneho-stineni-u-skiagrafickyh-vysetreni/>. [cit. 2023-11-20].

ŠÍN, Robin; Jana VRÁNOVÁ a Hana KOLÁŘOVÁ, 2017. *Medicína katastrof: pro zdravotnické a biomedicínské obory*. 2., doplněné vydání. Praha: Galén, ISBN 978-80-7492-295-4.

TACK, Denis; KALRA, Mannudeep K. and GEVENOIS, Pierre Alain, 2012. *Radiation Dose from Multidetector CT*. Berlin: Springer. ISBN 978-3-642-24534-3.

THE BRITISH INSTITUTE OF RADIOLOGY, 2020. *Guidance on using shielding on patients for diagnostic radiology applications*. Online. London. Dostupné také z: https://www.bir.org.uk/media/416143/final_patient_shielding_guidance.r1.pdf. [cit. 2024-02-10].

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION, 2020. *Minimize Your Exposure*. Online. In: United States Nuclear Regulatory Commission. Dostupné z: <https://www.nrc.gov/about-nrc/radiation/protects-you/protection-principles.html>.

[cit. 2024-01-15].

ZAREMBO, Alan, 2009. *Cedars-Sinai radiation overdoses went unseen at several points*. Online. Dostupné z: <http://articles.latimes.com/2009/oct/14/local/me-cedars-sinai14>.

[cit. 2024-03-16].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ALARA	As Low As Reasonably Achievable / „tak nízké, jak je to rozumně možné“
ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
CD	Compact Disc / Kompaktní disk
CT	Computed Tomography / Výpočetní tomografie
E	Efektivní dávka
Gy	Gray (jednotka absorbované dávky), v diplomové práci je uvedena nižší jednotka – mGy (miligray)
Hp(10)	Hp(10) je ekvivalent dávky v hloubce 10 mm v tkáni, také známý jako celotělová dávka
IAEA	International Atomic Energy Agency / Mezinárodní agentura pro atomovou energii
JIP	Jednotka intenzivní péče
LED	Light Emitting Diode / Elektroluminiscenční dioda
OSL	Opticky stimulovaný luminiscenční dozimetr
PACS	Picture Archiving and Communication System / Systém pro archivaci a komunikaci snímků
RA	Radiologický asistent
RDG	Radiodiagnostické oddělení
Sv	Sievert (jednotka dávkový ekvivalent), v diplomové práci je uvedena nižší jednotka – mSv (milisievert), mSv/h (milisievert za hodinu), μ Sv/h (mikrosievert za hodinu)
ZIZ	Zdroj ionizujícího záření

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Zdroj ozáření radiačního pracovníka	14
Obr. 2 Ochrana před vnějším ozářením (A) Ochrana časem; B) Ochrana vzdáleností; C) Ochrana stíněním).....	15
Obr. 3 Ochrana stíněním (A) Ochranný štít; B) Závěsné stolní stínění)	16
Obr. 4 Stavební ochranné opatření (A) Označení barytové omítky; B) Označení olovnatých plátů na dveřích; C) Olovnaté sklo).....	17
Obr. 5 Ochranné zástěry firmy Quirumed (A) Jednodílná zástěra; B) Dvoudílná zástěra).	18
Obr. 6 Ochranný závěsný systém Zero Gravity firmy Biotronik (A) Ochranný závěsný systém; B) Závěsný systém ochrany v praxi)	18
Obr. 7 Ochranný límec.....	19
Obr. 8 Ochranná rukavice	19
Obr. 9 Ochranné brýle (A) Boční pohled na brýle; B) Na ručkách brýlí je uveden ekvivalent olova 0,50 mm).....	20
Obr. 10 Kontrola ochranné zástěry pomocí rentgenového přístroje (A) Zesilovač C-ramene během kontroly ochranné zástěry; B) Rentgenový snímek ochranné zástěry)	20
Obr. 11 Filmový dozimetr firmy Nuvia Dosimetry (A) Přední strana dozimetru; B) Dozimetrická kazeta s filtry a obal dozimetrického filmu)	24
Obr. 12 Popis filtrů filmového dozimetru (modrý plíšek – plast 150 mg/cm; tmavě šedý plíšek – olovo 0,5 mm; světle šedý plíšek – kadmium 0,5 mm; žlutý plíšek – měď 0,05 mm a plast 10 % mg/cm ² ; červený plíšek – měď 1,6 mm; oranžový plíšek – 0,5 mm)	24
Obr. 13 Termoluminiscenční dozimetr	25
Obr. 14 OSL dozimetr	26
Obr. 15 Osobní elektronický dozimetr (A) Pohled na zadní stranu dozimetru; B) Elektronický displej poskytující aktuální informaci o dávce)	27
Obr. 16 Ovladovna skiagrafické vyšetřovny	28
Obr. 17 Na základě odborných studií není doporučováno používat kontaktní ochranné stínění gonád (A) Ochranné stínění pro dívky; B) Ochranné stínění pro chlapce)	32

Obr. 18 Grafické znázornění hodnoty tkáňového váhového faktoru pro gonády a mléčnou žlázu vydané Mezinárodní agenturou pro atomovou energii v roce 1977, 1991 a 2007	32
Obr. 19 Grafické znázornění rizika výskytu rakoviny u žen podle orgánu (mléčná žláza, plíce a štítná žláza) a věku	33
Obr. 20 Pozice vaječníků u 70 žen	36
Obr. 21 Správná kolimace svazku na oblast zájmu – zadopřední skiagrafické projekce zápěstí	37
Obr. 22 Skiagrafická projekce plic (A) Zadopřední projekce; B) Předozadní projekce) ...	37
Obr. 23 Centrace pacienta při vyšetření výpočetní tomografií (A) Správná centrace pacienta v izocentru; B) Nesprávná centrace pacienta v izocentru)	39
Obr. 24 Organizační struktura radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov	46
Obr. 25 Vymezení kontrolovaného pásma pro vyšetřovnu 6 – skiaskopie (dříve byla vyšetřovna využívána pro intervenční radiologii)	59
Obr. 26 Světelný signál u vstupu do vyšetřovny (A) Světelný signál signalizující zapnutí zdroje ionizujícího záření; B) Světelný signál je na oddělení umístěn vedle vstupních dveří do vyšetřovny. Dveře jsou zajištěny bezpečnostní koulí z čekárny, kterou nelze otevřít ...	60
Obr. 27 Označení umístěné na vstupních dveří kontrolovaného pásma na oddělení	60
Obr. 28 Vymezení sledovaného pásma na pracovišti výpočetní tomografie – vyšetřovna 7	63
Obr. 29 Vymezení sledovaného pásma vyšetřovny 1 a 3 – skiografie	63
Obr. 30 Označení umístěné na vstupních dveří sledovaného pásma na oddělení	64
Obr. 31 Archivní list z Deníku opakovaných vyšetření	66
Obr. 32 Ishikawa diagram – Radiologická událost	89
Obr. 33 Ishikawa diagram – Radiační mimořádná událost	90
Obr. 34 Vývojový diagram What-if	104
Obr. 35 Některé nemocnice v České republice používají čárové kódy pod rodným číslem pacienta. Čárový kód je na rentgenové žádance v pravém horním rohu.	109

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Srovnání ceny ochranné zástěry a límce od uvedených firem (v české měně)	16
Tab. 2 Základní limity ozáření radiačního pracovníka	21
Tab. 3 Povinnosti radiačního pracovníka kategorie A a B	23
Tab. 4 Typické hodnoty efektivní dávky pro vybraná vyšetření zobrazovací metodou	31
Tab. 5 Celkové náklady a výnosy oddělení v letech 2022 a 2023 (v české měně).....	49
Tab. 6 Vybrané přímé náklady oddělení v letech 2022 a 2023 (v české měně)	50
Tab. 7 Provozní náklady oddělení (v české měně)	50
Tab. 8 Výnosy oddělení ze zdravotních pojišťoven (v české měně)	51
Tab. 9 Výnosy oddělení za zhotovení CD (v české měně)	51
Tab. 10 Výkonnostní ukazatel zobrazovacích metod na oddělení v letech 2020 až 2022 ..	52
Tab. 11 Ceník vybraných diagnostických výkonů na oddělení (v české měně).....	52
Tab. 12 Ceník kontrastních látek při diagnostickém vyšetření na oddělení (v české měně)	53
Tab. 13 Počet radiačních pracovníků kategorie A a B	55
Tab. 14 Stanovené monitorovací úrovně	57
Tab. 15 Stanovené dávkové optimalizační meze	58
Tab. 16 Stanovené operativní hodnoty pro sledované a kontrolované pásmo.....	58
Tab. 17 Seznam pracovišť sledovaného pásma na oddělení.....	62
Tab. 18 Ochranné pomůcky uložené na pracovištích sledovaného pásma oddělení, část 1.	64
Tab. 19 Ochranné pomůcky uložené na pracovištích sledovaného pásma oddělení pokračování Tab. 18, část 2.	65
Tab. 20 Počet opakovaných vyšetření v letech 2020 až 2022 – skiografie	66
Tab. 21 Počet opakovaných vyšetření v letech 2020 až 2022 – pojízdná skiografie.....	67
Tab. 22 Počet opakovaných snímků v letech 2020 až 2022 – výpočetní tomografie.....	67
Tab. 23 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 1 – radiologický asistent	69

Tab. 24 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 2 – radiologický asistent	70
Tab. 25 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 3 – radiologický asistent	71
Tab. 26 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 4 – radiologický asistent	71
Tab. 27 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 5 – radiologický asistent	72
Tab. 28 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 6 – radiologický asistent	73
Tab. 29 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 7 – radiologický asistent	74
Tab. 30 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 8 – radiologický asistent	75
Tab. 31 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 9 – radiologický asistent	76
Tab. 32 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 10 – radiologický asistent	77
Tab. 33 Vyhodnocení dotazníkového šetření – radiologický asistent – žena	78
Tab. 34 Vyhodnocení dotazníkového šetření – radiologický asistent – muž	78
Tab. 35 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 1 – pacient	79
Tab. 36 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 2 – pacient – 1. část	79
Tab. 37 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 2 – pacient – 2. část	80
Tab. 38 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 3 – pacient, část 1	80
Tab. 39 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 3 – pacient, pokračování Tab. 38, část 2.	81
Tab. 40 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 4 – pacient	82
Tab. 41 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 5 – pacient, část 1	82
Tab. 42 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 5 – pacient,	83
Tab. 43 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 6 – pacient	84
Tab. 44 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 7 – pacient	84
Tab. 45 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 8 – pacient	85
Tab. 46 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 9 – pacient	86
Tab. 47 Četnost odpovědi respondentů na otázku č. 10 – pacient	87
Tab. 48 FMEA analýza vzniku radiační mimořádné události	91

Tab. 49 Koeficient významu (závažnosti) chyby	92
Tab. 50 Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby	92
Tab. 51 Koeficient pravděpodobnosti odhalení	92
Tab. 52 Matice rizik – vzniku radiační mimořádné události	93
Tab. 53 FMEA analýza vzniku radiologické události na oddělení.....	94
Tab. 54 Koeficient významu (závažnosti) chyby – radiologická událost.....	95
Tab. 55 Koeficient pravděpodobnosti výskytu chyby – radiologická událost.....	95
Tab. 56 Koeficient pravděpodobnosti odhalení – radiologická událost	95
Tab. 57 Matice rizik – radiologická událost	96
Tab. 58 SWOT analýza radiodiagnostického oddělení	97
Tab. 59 Silné stránky – S	98
Tab. 60 Slabé stránky – W	98
Tab. 61 Příležitosti – O	99
Tab. 62 Hrozby – T	99
Tab. 63 Matice SWOT analýzy	100
Tab. 64 Vyhodnocení SWOT analýzy	100
Tab. 65 Check-list analýza ochrany na radiodiagnostickém oddělení, část 1.	102
Tab. 66 Check-list analýza ochrany na radiodiagnostickém oddělení, pokračování Tab. 65, část 2.	103
Tab. 67 Vyhodnocovací tabulka Check-listu o ochraně	103
Tab. 68 Koeficient pravděpodobnosti vzniku události	104
Tab. 69 Koeficient závažnosti dopadu události	105
Tab. 70 Přijatelnost rizika	105
Tab. 71 Matice rizik.....	106

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Procentuální znázornění personálu radiodiagnostického oddělení Nemocnice Kyjov	54
Graf 2 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 1 – radiologický asistent	69
Graf 3 Grafické srovnání otázky č. 2 podle pohlaví	70
Graf 4 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 4 – radiologický asistent	72
Graf 5 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 5 – radiologický asistent	73
Graf 6 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 6 – radiologický asistent	74
Graf 7 Grafické vyhodnocení otázky č. 7 podle pohlaví – radiologický asistent	75
Graf 8 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 9 – radiologický asistent	76
Graf 9 Grafické srovnání vyhodnocení otázky č. 9 podle pohlaví a vzdělání – radiologický asistent	77
Graf 10 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 1 – pacient	79
Graf 11 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 2 – pacient	80
Graf 12 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 3 – pacient	81
Graf 13 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 4 – pacient	82
Graf 14 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 5 – pacient	83
Graf 15 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 6 – pacient	84
Graf 16 Grafické vyhodnocení relativní četnosti otázky č. 7 – pacient	85
Graf 17 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 8 – pacient	86
Graf 18 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 9 – pacient	87
Graf 19 Grafické vyhodnocení relativní četnosti č. 10 – pacient	88
Graf 20 Grafické znázornění vyhodnocení SWOT analýzy	101

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I:	Žádost o poskytnutí informací ke zpracování diplomové práce
Příloha P II:	Desatero radiační ochrany personálu při skiaskopii
Příloha P III:	Radiační zátěž obyvatelstva
Příloha P IV:	Hodnota tkáňového váhového faktoru z roku 1977, 1990 a 2007
Příloha P V:	Desatero radiační ochrany pacientů při skiaskopii
Příloha P VI:	Hodnocení stavu zdrojů ionizujícího záření radiodiagnostického oddělení
Příloha P VII:	Školení radiačních pracovníků v oblasti radiační ochrany – vzor testu
Příloha P VIII:	Školení radiačních pracovníků v oblasti radiační ochrany – prezenční listina
Příloha P IX:	Přehled obdržенých dávek radiačních pracovníků pro lékaře provádějící pracovnělékařské prohlídky
Příloha P X:	Přehled ročních hodnot osobních dávek za rok 2022
Příloha P XI:	Záznam o šetření zvýšené osobní expozice za období 3/2021
Příloha P XII:	Knihá návštěv kontrolovaného pásma
Příloha P XIII:	Radiodiagnostika – Prohlášení doprovodu
Příloha P XIV:	Dotazník pro radiologické asistenty
Příloha P XV:	Dotazník pro pacienty
Příloha P XVI:	What-if – scénáře, důsledky, hodnocení a opatření

PŘÍLOHA P I: ŽÁDOST O POSKYTNUTÍ INFORMACÍ KE ZPRACOVÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Žádost o poskytnutí informací ke zpracování diplomové práce

Dobrý den,

ráda bych Vás požádala o nahlížení do dokumentů a poskytnutí informací ke zpracování diplomové práce na téma „*Ochrana personálu a pacientů před ionizujícím zářením*“ v nemocnici Kyjov, příspěvková organizace, Strážovská 1247, 697 01 Kyjov.

Pro úplnost níže uvádím detaily k účelu nahlédnutí:

Účel nahlédnutí, pořízení výpisů, opisů, kopií a fotografií: Zpracování pro diplomovou práci

Název školy a studijní obor: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, obor Ochrana obyvatelstva

Adresa školy: Studentské náměstí 1532, 686 01 Uherské Hradiště

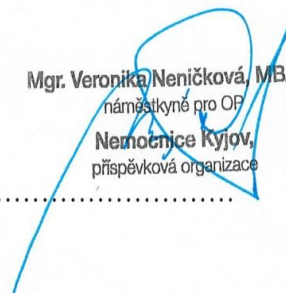
Žadatel: Bc. Renata Berková, nar. 15. 1. 1993, adresa: Kollárova 224, 697 01 Kyjov

V Kyjově dne 14. 11. 2019


.....
podpis žadatele

V Kyjově dne 14. 11. 2019





Mgr. Veronika Neničková, MBAce
náměstkyně pro OP
Nemocnice Kyjov,
příspěvková organizace

PŘÍLOHA P II: DESATERO RADIČNÍ OCHRANY PERSONÁLU PŘI SKIASKOPII – 1. ČÁST

Desatero radiční ochrany **personálu** při skiaskopii


Snížení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu

1. Použijte ochranné pomůcky




Existují také dvoudílné ochranné zástěry (vesta + sukně), při jejichž nošení je váha stínění lépe rozložena a které přestože mají ekvivalent 0,25mm Pb, díky dvojitěmu překrytí vpředu poskytují stínění s ekvivalentem 0,5mm Pb

Poskytují více než 90% ochranu



Použijte ochranné brýle kvůli ochraně oční čočky (existují i s bočním stíněním)



Límeček chrání štítnou žlázu

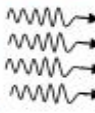
2. Základní způsoby ochrany před zářením spočívají v ochraně časem, vzdáleností a stíněním

Minimalizujte skiaskopický čas

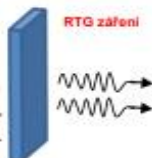
Zvětšete svou vzdálenost od RTG svazku, jak jen to je klinicky možné


Použijte všechny dostupné ochranné stínicí prostředky

RTG záření



RTG záření





Stropní ochranný závěs

Boční stínění

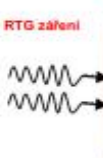
Stolní závěs

3. Použijte stropní ochranné závěsy, boční stínění a stolní závěsy


Zajistí **více než 90% ochrany** před rozptýleným zářením při skiaskopii

Doporučujeme používat pojízdné stínicí zástěny během akvizičního módu



RTG záření







Pojízdná stínicí zástěna



4. Pokud to není naprosto nevyhnutelné, nekládejte ruce do primárního RTG svazku

Více informací na:
česky: <http://www.sujb.cz>, <http://www.suro.cz>
anglicky: <http://rpop.iaea.org>, <http://www.imagegently.com>


Strana 1 ze 2
Skiaskopie
Radiční ochrana personálu

Zdroj: Státní ústav radiční ochrany


PŘÍLOHA P II: DESATERO RADIČNÍ OCHRANY PERSONÁLU PŘI SKIASKOPII – 2. ČÁST

Desatero radiční ochrany **personálu** při skiaskopii

Snižení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu



Správně!




Špatně!

5. Přednostně stůjte na straně receptoru obrazu


Na straně receptoru obrazu je méně rozptýleného záření než na straně rentgenky

6. Používejte RTG zařízení přednostně s rentgenkou pod stolem

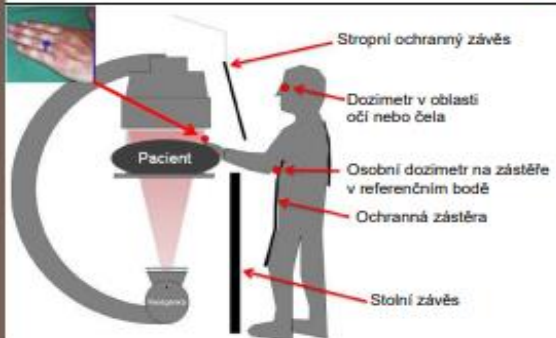
Při této projekci je ochrana před rozptýleným zářením účinnější



Správně!



Špatně!



Stropní ochranný závěs

Dozimetr v oblasti očí nebo čela

Pacient

Osobní dozimetr na zástěře v referenčním bodě

Ochranná zástěra

Stolní závěs


7. Používejte osobní dozimetry

Vaší povinností je nosit alespoň jeden dozimetr na zástěře v referenčním místě (na levé straně hrudníku)

Další dodatečné možnosti osobní dozimetrie jsou:

- Prstýnkový dozimetr
- Dozimetr v oblasti očí nebo čela monitorující ozáření oční čočky
- Operativní přímo odečítací dozimetr pro okamžitou kontrolu ozáření

8. Vzdělávejte se v oblasti radiční ochrany







9. Jakékoli dotazy ohledně radiční ochrany směřujte na osoby s přímou odpovědností za radiční ochranu, dohlížející osoby, radiologické fyziky na vašem pracovišti a osoby provádějící přijímací zkoušku (PZ) a zkoušky dlouhodobé stability (ZDS)

Dotazy na velikost ozáření v místech, kde se nacházíte při skiaskopických výkonech směřujte na osoby, které měří rozptýlené záření (obvykle subjekty provádějící PZ a ZDS)

10. PAMATUJTE!

- Zkoušky provozní stálosti a dlouhodobé stability zajišťují bezpečný a stabilní provoz RTG zařízení
- Ujistěte se, že dobře znáte všechny možnosti vašeho zařízení, seznamte se s manuálem a ptejte se při instalaci a servisu
- Používejte zařízení a všechny jeho komponenty a programy optimálně, abyste redukovali ozáření pacientů a personálu na nutné minimum

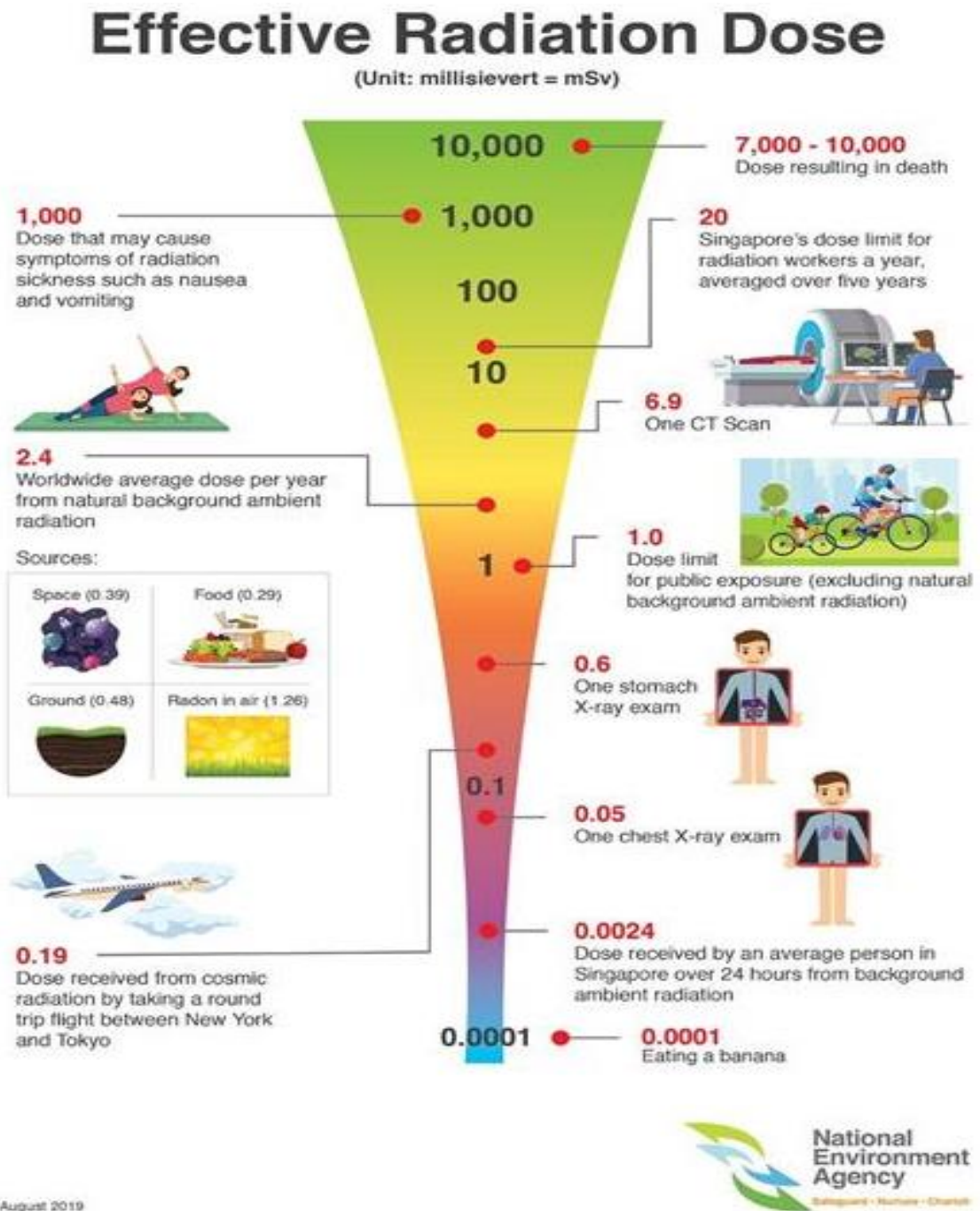





Více informací na:
česky: <http://www.sujb.cz>, <http://www.suro.cz>
anglicky: <http://rpop.iaea.org>, <http://www.imagegently.com>

Strana 2 ze 2
Skiaskopie
Radiční ochrana personálu

Zdroj: Státní ústav radiční ochrany

PŘÍLOHA P III: RADIAČNÍ ZÁTĚŽ OBYVATELSTVA



August 2019

Zdroj: National Environment Agency, © 2024

**PŘÍLOHA P IV: HODNOTA TKÁŇOVÉHO VÁHOVÉHO FAKTORU
Z ROKU 1977, 1990 A 2007**

	ICRP 26 (1977)	ICRP 60 (1990)	ICRP 103 (2007)
Mozek	-	-	0,01
Štítná žláza	0,03	0,05	0,04
Mléčná žláza	0,15	0,05	0,12
Plíce	0,12	0,12	0,12
Gonády	0,25	0,20	0,08

Zdroj: International Commission on Radiological Protection, 1977 a 1990;
Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2009

PŘÍLOHA P V: DESATERO RADIAČNÍ OCHRANY PACIENTŮ PŘI SKIASKOPII – 1. ČÁST

Desatero radiční ochrany **pacientů** při skiaskopii

Snižení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu

1. Maximalizujte vzdálenost mezi rentgenkou a pacientem

rentgenka

2. Minimalizujte vzdálenost mezi pacientem a receptorem obrazu

rentgenka rentgenka

3. Minimalizujte skiaskopický čas

pulzní skiaskopie snižuje dávky

4. Používejte pulzní skiaskopii s co nejnižší frekvencí snímků, která ještě zaručí požadovanou diagnostickou informaci

5. Při dlouhých a náročných výkonech nevystavujte stejné oblasti kůže ozáření v různých projekcích

Změny místa vstupu RTG svazku do těla lze dosáhnout otočením rentgenky kolem pacienta

Kritická oblast

Neoptimalizovaná technika Optimalizovaná technika

Více informací na:
česky: <http://www.sujb.cz>, <http://www.suro.cz>
anglicky: <http://rpop.iaea.org>, <http://www.imagegenfly.com>

Strana 1 ze 2
Skiaskopie
Radiční ochrana pacientů

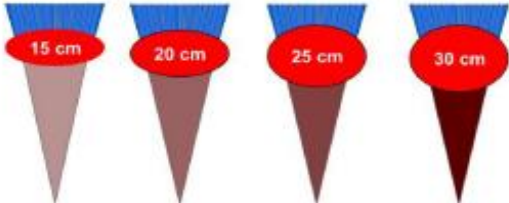
Zdroj: Státní ústav radiční ochrany

PŘÍLOHA P V: DESATERO RADIČNÍ OCHRANY PACIENTŮ PŘI SKIASKOPII – 2. ČÁST

Desatero radiční ochrany **pacientů** při skiaskopii

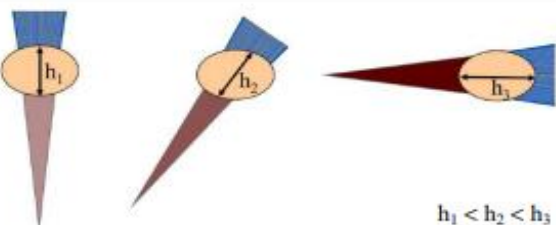
Snížení dávek pacientovi vede vždy ke snížení dávek personálu

6. Snímkování objemnějších pacientů nebo silnějších částí těla vede ke zvýšení vstupní povrchové dávky



vstupní povrchová dávka: 1 jednotka 2-3 jednotky 4-6 jednotek 8-12 jednotek


7. Šikmé projekce také zvyšují vstupní povrchovou dávku



$h_1 < h_2 < h_3$


Vysoké vstupní povrchové dávky by mohly vést až k poškození kůže

8. Zvětšení používejte s rozvahou, obvykle zvyšuje vstupní povrchovou dávku



Informace o změně dávky se změnou zvětšení jsou uvedeny v protokolech přejímací zkoušky a zkoušek dlouhodobé stability

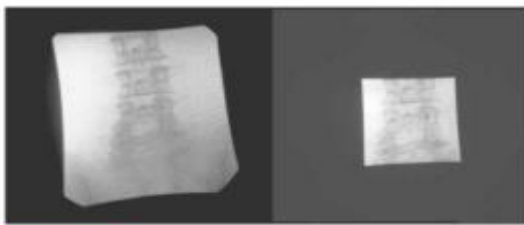
9. Minimalizujte délku a počet skiagrafických sekvencí na klinicky přijatelnou úroveň







Pokud je to možné, měl by být záznam proveden z již provedeného snímku

Využívejte funkce „last image hold“

10. Kolimujte RTG svazek pouze na oblast zájmu



Snižíte tak dávku jak pacientovi tak personálu a zlepšíte kvalitu zobrazení



Více informací na:
česky: <http://www.sujb.cz>; <http://www.suro.cz>
anglicky: <http://rpop.iaea.org>; <http://www.imagegently.com>

Strana 2 ze 2
Skiaskopie
Radiční ochrana pacientů

Zdroj: Státní ústav radiční ochrany

PŘÍLOHA P VI: HODNOCENÍ STAVU ZDROJŮ IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ

Přístroj/rok	2022	2021	2020
Philips Brilliance iCT	bez závad	bez závad	bez závad
Carestream DRX-Evolution Plus	bez závad	Zobrazovací systém je nestandardně vysoko citlivý. Doporučeno provést kontrolu správnosti seřízení AEC.	bez závad
Carestream DRX-Evolution Plus	bez závad	bez závad	bez závad
GMM Opera Swing	bez závad	bez závad	bez závad
Carestream Motion Mobile	bez závad	bez závad	bez závad
Fuji Film FDR Go Plus	bez závad	bez závad	bez závad
GMM MAC	bez závad	bez závad	bez závad
Carestream Motion Mobile	bez závad	bez závad	bez závad
Practix 160	Ulomený ukazatel číselné velikosti rentgenového pole, nesouhlas rentgenového pole s indikovaným, odstranit do 16. 6. 2023.		
		bez závad	bez závad

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P VII: ŠKOLENÍ RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ V OBLASI RADIAČNÍ OCHRANY – 1. ČÁST – VZOR TESTU

KONTROLNÍ TEST

Pracoviště:	
Pracovník:	
Datum:	

- Hlavním cílem radiační ochrany je:**
 - zabránit všem účinkům ionizujícího záření
 - zabránit vzniku deterministických účinků a omezit na přijatelnou úroveň účinky stochastické
 - zabránit nepřekročení základních limitů a zamezit ztrátě a odcizení zdrojů ionizujícího záření
- Pro diagnostické lékařské ozáření (ozáření pacientů):**
 - jsou stanoveny diagnostické referenční úrovně
 - jsou stanovené limity
 - nejsou stanovena pravidla
- Je možné provést jiný než akutní rtg výkon u pacientky, uvede-li, že je těhotná?**
 - ano, bez ohledu na stádium těhotenství, pacientka musí podepsat souhlas s vyšetřením
 - ano, v závislosti na výkonu
 - ne, těhotenství je kontraindikací u rtg výkonu
- Který pracovník může obsluhovat rtg přístroj na operačním sále?**
 - pouze radiologický asistent
 - pokud není k dispozici radiologický asistent, může rtg přístroj obsluhovat lékař, zdravotní sestra nebo sanitář
 - kterýkoli pracovník, pokud je proškolen dohlížející osobou
- Dovedli byste určit průměrnou dávku RTG vyšetření lebky (zadopřední projekce PA)?**
 - 0,1 mSv/snímek
 - 1 mSv/snímek
 - 10 mSv/snímek
- Pro deterministické účinky IZ platí, že:**
 - se předpokládá bezprahový, lineární vztah mezi dávkou a četností výskytu účinku
 - jejich závažnost vzrůstá s dávkou od určité prahové dávky
 - jejich závažnost je stejná pro libovolnou dávku
- Z jakého důvodu se doporučuje provádět rtg vyšetření srdce a plic v zadopřední (PA) projekci, nikoli v předozadní (AP) projekci?**
 - v předozadní (AP) projekci srdce a plic dochází k horšímu rozlišení rtg obrazu
 - aby se zmenšila dávka na prsní tkáň (resp. na oční čočku a štítnou žlázu) a taktéž srdeční stín je menší
 - v předozadní (AP) projekci je větší riziko vzniku pohybové neostrosti výsledného snímku
- Radiační pracovník obdržel za 1 kalendářní rok součet efektivních dávek ze zevního ozáření 28 mSv. Překročil limit pro radiační pracovníky?**
 - ano, limit efektivní dávky pro radiační pracovníky je 20 mSv
 - ne, limit efektivní dávky pro radiační pracovníky je 50 mSv
 - ne, limit efektivní dávky pro radiační pracovníky je 100 mSv
- Jak působí záření na buňky?**
 - zpomaluje dělení buněk
 - způsobuje destrukci buněčných stěn
 - může způsobit usmrcení buňky nebo změnu její genetické informace

PŘÍLOHA P VII: ŠKOLENÍ RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ V OBLASI RADIAČNÍ OCHRANY – 2. ČÁST – VZOR TESTU



Školení radiační ochrany
Kontrolní test 2024

- 10. Provádí se u radiačního pracovníka kategorie A periodická lékařská prohlídka?**
- ano, radiační pracovník kategorie A má povinnost absolvovat periodickou lékařskou prohlídku v pravidelném ročním intervalu
 - ano, radiační pracovník kategorie A má povinnost absolvovat periodickou lékařskou prohlídku jednou za 4 roky
 - ne, periodická lékařská prohlídka se vztahuje pouze na radiační pracovníky kategorie B
- 11. Pracoviště se kategorizují podle:**
- počtu pracovníků se zdroji záření
 - typického způsobu provozu pracoviště, související míry možného ozáření pracovníků a obyvatelstva a potenciálního rizika plynoucího z předvídatelných poruch a odchylek od běžného provozu pracoviště
 - výsledků osobního monitorování a monitorování pracoviště
- 12. K výkonu práce v kontrolovaném pásmu se zařazují:**
- radiační pracovníci kategorie A a B
 - pouze radiační pracovníci kategorie A
 - zaměstnanci, kteří mají platnou zkoušky zvláštní odborné způsobilosti
- 13. Jaká radiologická událost typu C může nastat na skiagrafickém pracovišti?**
- záměna pacienta, záměna vyšetřované oblasti nebo opakování snímků
 - událost, která vede nebo může vést k překročení limitů
 - pokud dojde k havarijnímu ozáření nad 100 mSv/rok
- 14. Jaká může nastat radiační mimořádná událost 1. stupně na radiodiagnostickém pracovišti:**
- radiační pracovník kategorie A nepoužije během expozice v kontrolovaném pásmu osobní dozimetr
 - překročení limitů ozáření, trvalé exponování
 - pokud obsluhuje rtg přístroj nekompetentní osoba
- 15. V případě podezření na radiační mimořádnou událost je potřeba se řídit podle:**
- pokynů vedoucího pracoviště
 - pokynů uvedených v zásahových instrukcích, uložených na pracovních místech
 - pokynů Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
- 16. S obsahem Vnitřního havarijního plánu jsou radiační pracovníci prokazatelně seznamováni:**
- při vstupním školení před zahájením práce a dále jedenkrát ročně dohlížející osobou
 - jedenkrát za 5 let dohlížející osobou
 - není nutno se s obsahem Vnitřního havarijního plánu seznamovat, postačuje školení bezpečnosti práce

Výsledek testu:

vyhověl(a) - nevyhověl(a)

Podpis pracovníka

Podpis školitele

Kritéria pro splnění testu:

Počet chyb

0-2

3 a více

Výsledek testu

vyhověl/a

nevyhověl/a

PŘÍLOHA P IX: PŘEHLED OBDRŽENÝCH DÁVEK RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ PRO LÉKAŘE PROVÁDĚJÍCÍ PRACOVNĚLÉKAŘSKÉ PROHLÍDKY



Vážená paní doktorko,
zasílám krátký komentář k obdrženým dávkám radiačních pracovníků Nemocnice Kyjov, p.o.
Jedná se o dávky obdržené v průběhu roku 2022.
Z vyhlášky o radiační ochraně č. 422/2016 Sb. v posledním znění existují limity pro radiační pracovníky kategorie A:

§ 4

Limity pro radiačního pracovníka (K § 63 odst. 6 atomového zákona)

- (1) Limity pro radiačního pracovníka 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 Úřadem podle § 63 odst. 4 atomového zákona, 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.

- (2) Posuzování, zda nedošlo k překročení limitů pro radiačního pracovníka, musí
 - a) být prováděno soustavně,
 - b) zohlednit součet dávek ze všech cest ozáření a při všech pracovních činnostech, které radiační pracovník vykonává, a
 - c) zohlednit v případě radiačního pracovníka, který není externím pracovníkem, vykonávání pracovních činností, při kterých je vystaven ozáření podléhajícím limitům pro radiačního pracovníka, pro více ohlašovatelů, registrantů nebo držitelů povolení.

(3) Radiační pracovník, u kterého bylo zjištěno překročení limitů ozáření, musí být dočasně vyloučen z práce se zdrojem ionizujícího záření do doby, než je posouzena jeho zdravotní způsobilost k další práci se zdrojem ionizujícího záření a stanoveny podmínky pro tuto práci.

(4) Překročení limitů pro radiačního pracovníka, který je shledán zdravotně způsobilým podle odstavce 3, není důvodem pro jeho vyloučení z obvyklé pracovní činnosti nebo pro přeložení na jiné pracoviště, pokud osoba, pro niž pracovní činnost vykonává, nemá k takovému vyloučení jiné závažné důvody.

Je tedy zřejmé, že radiační pracovníci Nemocnice Kyjov, p.o. obdrželi během své činnosti dávky, které zdaleka nedosahují výše uvedených limitů. Lze konstatovat, že radiační ochrana je při jejich činnostech optimalizována.

Dávky Vám zasiláme, aby jste při preventivní lékařské prohlídce vzala v úvahu, že pracovníci pracují se zdroji ionizujícího záření a aby jste měla představu jaké dávky během své činnosti dostávají.

Interně má Nemocnice Kyjov, p.o. nastaveny referenční úrovně (záznamová 0,05 mSv za měsíc, vyšetřovací 5 mSv za rok, zásahová 15 mSv za rok pro radiační pracovníky kategorie A) a (záznamová 0,05 mSv za měsíc, vyšetřovací 4 mSv za rok, zásahová 6 mSv za rok pro radiační pracovníky kategorie B) pro osobní monitorování, tyto úrovně jsou nastaveny tak, aby nemohlo dojít k překročení úrovně v citovaném paragrafu, tyto hodnoty pravidelně měsíčně kontrolujeme. V případě vzniku nějaké mimořádné události nebo při překročení interních hodnot bychom Vás kontaktovali.

V následujícím textu je paragraf z vyhlášky o radiační ochraně (vyhláška 307/2002 Sb. v platném znění), kde je popsán lékařský dohled nad radiačními pracovníky kategorie A a B.

Dohlízející osoba pro Nemocnici Kyjov, p.o.
V Kyjově dne 19.4.2023

Zdroj: Interní dokument radiodiagnostického oddělení, 2023

**PŘÍLOHA P X: PŘEHLED ROČNÍCH HODNOT OSOBNÍCH DÁVEK
ZA ROK 2022 – RADIOLOG – 1. ČÁST**

RADIČNÍ PRACOVNÍK	ROČNÍ HODNOTY			HODNOTY E [mSv] za jednotlivá monitorovací období											
	E [mSv]	Hp(10) [mSv]	Hp(0,07) [mSv]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.	0,05	0,05	0,05	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
4.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.	1,74	1,93	2,27	0	0,47	0,07	0	0	0,1	0,09	0	0	0,41	0,57	0
6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	0,05	0,05	0,05	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10.	0,05	0,05	0,05	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.	0,33	0,36	0,34	0,07	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0,21	0


Zdroj: Vlastní zpracování dle ročních hodnot osobních dávek za rok 2022, 2024

**PŘÍLOHA P X: PŘEHLED ROČNÍCH HODNOT OSOBNÍCH DÁVEK
ZA ROK 2022 – RADIOLOGICKÝ ASISTENT – 2. ČÁST**

RADIČNÍ PRACOVNÍK	ROČNÍ HODNOTY			HODNOTY E [mSv] za jednotlivá monitorovací období											
	E [mSv]	Hp(10) [mSv]	Hp(0,07) [mSv]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.	0,13	0,15	0,15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,06
3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.	0,1	0,1	0,1	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05
5.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7.	0,05	0,06	0,06	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.	0,21	0,24	0,24	0,07	0	0,09	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0
10.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.	0,82	0,93	0,94	0,08	0,16	0,08	0	0,16	0,1	0,05	0,09	0	0,05	0,05	0
12.	0,2	0,22	0,22	-	-	-	-	-	-	0,06	0	0	0	0,14	0
13.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování dle ročních hodnot osobních dávek za rok 2022, 2024

PŘÍLOHA P XI: ZÁZNAM O ŠETŘENÍ ZVÝŠENÉ OSOBNÍ EXPOZICE ZA OBDOBÍ 3/2021

 **Nemocnice Kyjov**

Záznam o šetření zvýšené osobní expozice za 3/2021

Datum: 12. 5. 2021
Šetření provedl: [redacted]

Záznam o šetření zvýšené osobní expozice za období 3/2021

Podnik: **Nemocnice Kyjov, p.o.,**
Adresa: Strážovská 1247, 697 33 Kyjov
IČO: 65 26 97 05
RC SÚJB Brno
Datum šetření: 12. 5. 2021 Kontrolované pásmo: Ano

Identifikační údaje [redacted]
Jméno a příjmení: [redacted]
Pracovní zařazení: lékař
Kategorie (IZ): pracovník kategorie B
Typ dozimetru: OSL
Sledované období: čtvrtletní

Výsledek šetření za monitorované období rok 2020:

E (na zástěře) [mSv]	ekvivalent používané zástěry (mm Pb)	E (přibližná po přepočtu) [mSv]
2,49	0,50	0,24

Pro přepočet mezi efektivní dávkou na zástěře a dávkou skutečně obdrženou byl použit koeficient zeslabení 0,1 (pro zástěru 0,5 mm Pb).

Rozbor pracovních podmínek, které mohly vést k vyšší dávce:
Obdržená dávka je způsobena zvýšeným počtem výkonů, které radiační pracovník v daném období prováděl.

Závěr k osobní dávce pracovníka:
Dávka, kterou radiační pracovník obdržel, nepřekračuje vyšetřovací úroveň v souladu s platným Programem monitorování.

[redacted]
Dohlížející osoba

Zdroj: Interní dokument radiodiagnostického oddělení, 2021

PŘÍLOHA P XIII: RADIODIAGNOSTIKA - PROHLÁŠENÍ DOPROVODU

 **Nemocnice Kyjov**
Nemocnice Kyjov, příspěvková organizace
Strážovská 1247/22, 697 01 Kyjov
IČO: 00226912

RDG - PROHLÁŠENÍ DOPROVODU

Já, jako doprovázející osoba tímto prohlašuji, že dobrovolně poskytuji pomoc pacientovi /pacientce:

....., který/á podstupuje
jméno a příjmení pacienta *ŘČ*

lékařské ozáření na pracovišti RDG a při výkonu:

Zároveň prohlašuji, že jsem byl seznámen/a s rizikem vyplývajícím pro mne z toho úkonu a také, že jsem byl/a seznámen/a a souhlasím s tím, že mám povinnost spolupracovat se zdravotníky, kteří úkon provádějí a podle jejich pokynů při úkonu použít ochranné pomůcky pro odstínění RTG záření.

Doprovázející osoba:
jméno a příjmení *ŘČ* *podpis*

V Kyjově, dne

Respektoval pokyny a použil ochranné pomůcky:
jméno + podpis pracovníka

JD – 327 - verze 01-A5

Zdroj: Interní dokument radiodiagnostického oddělení, 2024

PŘÍLOHA P XIV: DOTAZNÍK PRO RADIOLOGICKÉ ASISTENTY

– 1. ČÁST

DOTAZNÍK PRO RADIOLOGICKÉ ASISTENTY

Milé kolegyně a kolegové,

ráda bych Vás požádala o vyplnění krátkého dotazníku, který Vám zabere pár minut a pro mě bude vyplněný dotazník cenným zdrojem informací ke zpracování diplomové práce. Dotazník je anonymní.

Předem Vám děkuji za Vaši ochotu a čas

Renata Berková

Dotazník (zaškrtněte pouze jednu odpověď):

1. Jaké je Vaše pohlaví?
 - Žena
 - Muž
2. Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?
 - Střední odborná škola s maturitou
 - Vyšší odborná škola
 - Vysoká škola (bakalářský nebo magisterský titul)
3. Nosíte osobní dozimetr umístěný na referenčním místě?
 - Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše ne
4. Během výkonu na skiaskopickém pracovišti používáte ke své ochraně ochrannou zástěru a límeček?
 - Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše NE
5. Setkáváte se s chybnými údaji na žádance (špatná identifikace pacienta, záměna stran)?
 - Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše ne

PŘÍLOHA P XIV: DOTAZNÍK PRO RADIOLOGICKÉ ASISTENTY

– 2. ČÁST

6. Stalo se Vám někdy, že jste museli snímek vyšetření?
- Ano
 - Ne
 - Nepamatuji si
7. Evidujete opakované vyšetření do „Deníku opakovaných snímků“?
- Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše ne
8. Vycházíte vstříc pacientovi, který po Vás požaduje rentgenové vyšetření oblasti, která není indikována na žádance?
- Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše ne
9. Předkládáte před vyšetřením ženě v reprodukčním věk podepsat prohlášení, kde stvrzuje svým podpisem, že není gravidní?
- Ano
 - Ne
 - Spíše ano
 - Spíše ne
10. Setkali jste se na Vašem pracovišti s radiační mimořádnou událostí?
- ANO
 - NE
 - Nepamatuji si

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P XV: DOTAZNÍK PRO PACIENTY – 1. ČÁST

DOTAZNÍK PRO PACIENTY

Dobrý den,

ráda bych Vás požádala o vyplnění krátkého dotazníku, který Vám zabere pár minut a pro mě bude vyplněný dotazník cenným zdrojem informací ke zpracování diplomové práce. Dotazník je anonymní. Cílem dotazníku je zmapování a zhodnocení radiační ochrany na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Kyjov.

Předem Vám děkuji za Váš čas při jeho vyplňování

Renata Berková

Dotazník (zaškrtněte pouze jednu odpověď):

1. Jaké je Vaše pohlaví?
 - Žena
 - Muž

2. Která z níže uvedených kategorií zahrnuje Váš věk?
 - 18 až 30 let
 - 31 až 40 let
 - 41 až 50 let
 - 51 až 60 let
 - 61 a více let

3. Jaké vyšetření podstupujete na radiodiagnostickém oddělení?
 - Skiagrafické vyšetření (rentgenový snímek plic, páteře, kyčlí, ...)
 - Skioskopické vyšetření (vyšetření jícnu, ...)
 - Vyšetření výpočetní tomografií (CT vyšetření)

4. Podstoupil/a jste již někdy rentgenové vyšetření?
 - Ano
 - Ne
 - Nepamatuji si

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P XV: DOTAZNÍK PRO PACIENTY – 2. ČÁST

5. Do jaké míry máte obavu z vyšetření ionizujícím zářením?
- Velkou, pokud to lze, vyhýbám se vyšetření
 - Do jisté míry mám obavu, na doporučení indikujícího lékaře se nechám vyšetřit, ale hlídám si četnost
 - Nemám obavu
6. V případě Vašeho dotazu ohledně rizika spojeného s vyšetřením ionizujícím zářením, odpověděl Vám radiologický asistent na Váš dotaz?
- Ano
 - Ne
 - Neměl/a jsem dotaz
7. Při vyšetření požadujete po radiologickém asistentovi vykrytí orgánů, které se nachází mimo vyšetřovanou oblast?
- Ano
 - Ne
8. Žádanku na vyšetření Vám vystavila zdravotní sestra nebo indikující lékař?
- Zdravotní sestra
 - Indikující lékař
 - Nepamatuji si
9. Před vyšetřením jste byl/a poučen/a indikujícím lékařem (tj. lékař, který Vás odesílá na vyšetření) o rizicích spojených s vyšetřením ionizujícím zářením?
- Ano
 - Ne
 - Nepamatuji si
10. **Otázka pro ženy** ve věku 15 až 45 let – podepisovala jste před vyšetřením prohlášení, že nejste těhotná?
- Ano
 - Ne
 - Nepamatuji si

PŘÍLOHA P XVI: WHAT-IF – SCÉNAŘE, DŮSLEDKY, HODNOCENÍ A OPATŘENÍ – 1. ČÁST

PŘÍČINA (IF)	DŮSLEDEK (WHAT)	P	D	R	OPATŘENÍ
1. Nejsou zajištěny dostatečné pracovníky podmínky pro radiační pracovníky.	Nelze zajistit adekvátní vyšetření pacienta.	I.	C	3	Držitel povolení vymezí prostor pro vykonání vlastních potřeb radiačních pracovníků a zajistí jim dostatečné pracovní podmínky pro výkon povolání.
2. Radiační pracovníci nemají vyhrazený prostor pro vykonání vlastních potřeb (jídlo, pití).		I.	B	2	
3. Radiační pracovníci nejsou podrobena pravidelné lékařské prohlídce.	Držiteli povolení hrozí sankce.	I.	B	2	Dohlížející osoba kontroluje termíny lékařských prohlídek radiačních pracovníků.
	Držitel povolení porušuje vyhlášku č. 422/2016 Sb.	I.	C	3	
	Radiační pracovníci ohrozí zdraví své i pacientů.	I.	C	3	
4. Radiační pracovníci nejsou proškoleni v oblasti radiační ochrany.	Držitel povolení porušuje vyhlášku č. 422/2016 Sb.	I.	D	4	Dohlížející osoba dbá na proškolení radiačních pracovníků v oblasti radiační ochrany.
5. Radiační pracovníci nejsou znalý v oblasti radiační ochrany.	Provedeno vyšetření, které není indikujícím lékařem zdůvodněno.	I.	C	3	Dohlížející osoba dbá na znalosti radiačních pracovníků v oblasti radiační ochrany.
	Hrozí zvýšená radiační zátěž pro pracovníka i pacienta.	I.	D	4	
	Překročení diagnostické referenční úrovně.	I.	C	3	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P XVI: WHAT-IF – SCÉNAŘE, DŮSLEDKY, HODNOCENÍ A OPATŘENÍ – 2. ČÁST

PŘÍČINA (IF)	DŮSLEDEK (WHAT)	P	D	R	OPATŘENÍ
6. Radiační pracovníci nemají možnost dalšího vzdělání v oblasti radiační ochrany.	Nelze rozšířit znalost radiační ochrany.	I.	A	1	Zajistit vzdělání pro radiační pracovníky.
7. Radiační pracovníci nemají umístěný osobní dozimetr na referenčním místě.	Nelze zjistit obdrženou dávku.	I.	D	4	Dohlížející osoba edukuje radiační pracovníky.
8. Radiační pracovníci nevidují opakování snímků do Deníku.	Nelze zpracovat analýza opakovaných snímků.	IV.	C	12	Dohlížející osoba edukuje radiační pracovníky a dbá na evidování zápisu do Deníku.
9. Radiační pracovníci nedodržují ochranu časem a vzdáleností.	Dlouhý pobyt v blízkosti zdroje ionizujícího záření.	I.	C	3	Dohlížející osoba edukuje radiační pracovníky a zajistí vhodné prostorové uspořádání pracoviště.
	Vysoká dávka ozáření.	I.	D	4	
	Nevhodné prostorové uspořádání pracoviště.	I.	C	3	
10. Radiační pracovníci nepoužívají ochranou zástěru a límec.	Ozáření radiačních pracovníků.	IV.	D	16	Dohlížející osoba edukuje radiační pracovníky.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P XVI: WHAT-IF – SCÉNAŘE, DŮSLEDKY, HODNOCENÍ A OPATŘENÍ – 3. ČÁST

PŘÍČÍNA (IF)	DŮSLEDEK (WHAT)	P	D	R	OPATŘENÍ
11.	Radiační pracovníci nejsou proškoleni v havarijní připravenosti a zásahových instrukcích.	I.	D	4	Dohlížející osoba zajistí proškolení radiačních pracovníků.
12.	Radiační pracovníci neví, jak postupovat v případě požáru zdroje ionizujícího záření.	I.	D	4	Servisní kontroly zdrojů ionizujícího záření.
13.	Zdroje ionizujícího záření nejsou akusticky zajištěny.	I.	C	3	Pořízení přístroje s akustikou při spuštění expozice.
14.	Všechny zdroje ionizujícího záření nejsou pravidelně kontrolovány zkouškou provozní stálosti.	I.	D	4	Dohlížející osoba kontroluje, zda je provedena zkouška provozní stálosti.
15.	Zdroje ionizujícího záření nejsou zajištěny před nepovolanými osobami.	I.	D	4	Zabezpečení vstupu před nepovolanými osobami.
	Odcizení.	I.	D	4	
16.	Radiační pracovníci nezavírají dveře mezi vyšetřovnou a ovladovnou.	IV.	C	12	Dohlížející osoba edukuje radiační pracovníky.

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

PŘÍLOHA P XVI: WHAT-IF – SCÉNAŘE, DŮSLEDKY, HODNOCENÍ A OPATŘENÍ – 4. ČÁST

	PŘÍČINA (IF)	DŮSLEDEK (WHAT)	P	D	R	OPATŘENÍ
17.	Radiační pracovníci se nedotazují doprovodné osoby a nedávají ji podepsat "Souhlas doprovodné osoby".	Nedobrovolné ozáření doprovodné osoby.	I.	B	2	Radiační pracovník se bude dotazovat na souhlas každé doprovodné osoby pacienta.
18.	Radiální pracovníci upravují přednastavený firemní protokol.	Překročení diagnostické referenční úrovně.	I.	D	4	Přísný zákaz radiálním pracovníkům opravovat protokoly.
		Možnost vyšší radiační zátěže pacienta	I.	D	4	
19.	Pro ochranné stínící pomůcky není vyhrazeno místo uložení.	Prostředky jsou nepřehledně rozmístěny na více místech.	III.	A	3	Dohlížející osoba vyhradí místo pro uložení.
20.	Ochranné stínící pomůcky nejsou pravidelně kontrolovány.	Poškozen ochranných stínících pomůcek.	I.	D	4	Dohlížející osoba provádí pravidelnou kontrolu pomůcek.
21.	Oddělení nemá zajištěny ochranné stínící pomůcky pro radiační pracovníky.	Radiační pracovníci nemají zajištěné bezpečné pracovní podmínky.	I.	D	4	Dohlížející osoba požádá o nákup ochranných stínících pomůcek.
22.	Ochranné stínící pomůcky nesedí velikostně radiačním pracovníkům.	Nemožnost použít pomůcku.	IV.	D	16	Pořízen ochranných stínících pomůcek ve více velikostech.
		Snížená pohyblivost pracovníka.	I.	D	4	
23.	Není stanovena indikace k vyšetření.	Z vyšetření neplyne benefit pro pacienta.	II.	C	6	Edukace indikujícího lékaře.
		Ozáření pacienta.	II.	D	8	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

**PŘÍLOHA P XVI: WHAT-IF – SCÉNAŘE, DŮSLEDKY, HODNOCENÍ
A OPATŘENÍ – 5. ČÁST**

PŘÍČINA (IF)		DŮSLEDEK (WHAT)	P	D	R	OPATŘENÍ
24.	Žádanky nejsou správně vyplněné.	Chybné vyšetření, kdy je vyšetřena nesprávná oblast zájmu.	IV.	C	12	Dotaz k pacientovi ohledně stranové lokalizace obtíží, kontrola jména dotazem nebo pohledem na identifikační náramek, při nejasné specifikaci vyšetření vyžadovat konzultaci s indukujícím lékařem
		Chybné vyšetření, které vede ke zvýšení radiační zátěže pacienta.	IV.	C	12	
		Provozní komplikace.	IV.	B	8	
		Záměna pacienta.	IV.	C	12	
		Opakování vyšetření.	IV.	C	12	
25.	Radiační pracovníci se nedotazují žen v reprodukčním věku na graviditu.	Ozáření gravidní ženy, poškození plodu.	I.	D	4	Radiační pracovník se bude ptát všech žen v reprodukčním věku na těhotenství a dá ji podepsat prohlášení, kde svým podpisem stvrzuje, že není těhotná.
		Ozáření gravidní ženy, usmrcení plodu.	I.	D	4	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024