

Ochrana osob na radiologických pracovištích

Bc. Andrea Zlatušková

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. Andrea Zlatušková**
Osobní číslo: **L22340**
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**
Specializace: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Ochrana osob na radiologických pracovištích**

Zásady pro vypracování

1. Zpracujte z dostupných zdrojů teoretický vstup ochrany zaměstnanců a pacientů před ionizujícím zářením.
2. Vymezte stávající způsoby zajištění radiační ochrany uplatňované v České republice.
3. Zmapujte a zhodnotte radiační ochranu na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč.
4. Navrhněte nové nebo vylepšené opatření ke zvýšení radiační ochrany na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč.

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

Seznam doporučené literatury:

1. KUBINYI, Jozef; SABOL, Jozef a VONDRÁK, Andrej. *Principy radiační ochrany v nukleární medicíně a dalších oblastech práce s otevřenými radioaktivními látkami*. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-271-0168-9.
2. *Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade*. Online. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. ISBN 978-92-0-103914-9. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1663_web.pdf.
3. SÚKUPOVÁ, Lucie. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech – to nejdůležitější pro praxi*. Praha: Grada, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucí 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 na 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: 14.4.2024

Jméno a příjmení studenta: Bc. Andrea Zlatušková

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Ionizující záření je již celou řadu desetiletí součástí života na planetě Zemi a je využíváno v různých odvětvích včetně průmyslu a zdravotnictví. Radiologie je klíčovou oblastí medicíny, kde ionizující záření je využíváno pro diagnostické a terapeutické účely. Analýza současné situace radiační ochrany na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč odhaluje, zda jsou přítomní radiační pracovníci vystaveni rizikům. Zhodnocení osobních dávek zaměstnanců oddělení a finančních nákladů na provoz oddělení slouží k identifikaci případných nedostatků a návrhu bezpečnostního opatření. Cílem je zvýšit bezpečnost a současně snížit rizika pro personál i pacienty na radiologických pracovištích.

Klíčová slova: dávka, dozimetrie, ionizující záření, radiační ochrana, radiologie

ABSTRACT

Ionising radiation has been part of life on planet Earth for many decades and is used in a variety of sectors including industry and healthcare. Radiology is a key area of medicine where ionising radiation is used for diagnostic and therapeutic purposes. Analysis of the current situation of radiation protection in the radiology department of Trebic Hospital reveals whether the radiation workers present are exposed to risks. Evaluation of the personal doses of the department's employees and the financial costs of the department's operation serve to identify possible shortcomings and to propose safety measures. The aim is to increase safety and at the same time reduce risks for staff and patients in radiology departments.

Keywords: dose, dosimetry, ionizing radiation, radiation protection, radiology

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí diplomové práce, Mgr. Ing. Eleonóře Benčíkové, PhD., MPH, MHA, za odbornou pomoc, její přínosné rady, připomínky i vstřícnost při poskytování informací pro zpracování závěrečné práce. Poděkování patří rovněž vedoucí radiodiagnostického oddělení a ekonomickému náměstkovi Nemocnice Třebíč za odbornou, vstřícnou spolupráci a poskytnutí podkladů k vypracování diplomové práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat rodině a blízkým za podporu po celou dobu studia. Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

„Odvaha, polovina úspěchu.“

– Tomáš Baťa

OBSAH

ÚVOD.....	9
CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PRÁVNÍ ÚPRAVA OCHRANY OSOB PŘED IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM	12
1.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY RADIAČNÍ OCHRANY	12
1.2 MEZINÁRODNÍ A NÁRODNÍ ORGÁNY OCHRANY OSOB PŘED RADIACÍ	15
2 IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ.....	17
2.1 DRUHY IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ.....	18
2.2 ZDROJE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	19
3 VLIV IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	20
4 RADIAČNÍ OCHRANA.....	23
4.1 PRINCIPY RADIAČNÍ OCHRANY	23
4.2 ZPŮSOBY RADIAČNÍ OCHRANY	25
5 DOZIMETRIE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ	27
5.1 DOZIMETRICKÉ SYSTÉMY	28
6 RADIOLOGICKÁ PRACOVISTĚ	31
6.1 KATEGORIZACE RADIAČNÍCH PRACOVISTĚ	31
6.2 KATEGORIZACE RADIAČNÍCH PRACOVNÍKŮ.....	31
6.3 RADIODIAGNOSTICKÉ ODDĚLENÍ.....	32
6.4 ODDĚLENÍ NUKLEÁRNÍ MEDICÍNY	33
6.5 RADIAČNÍ ONKOLOGIE	35
7 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI	36
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	37
8 NEMOCNICE TŘEBÍČ, PŘÍSPĚVKOVÁ ORGANIZACE.....	38
9 RADIODIAGNOSTICKÉ ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ	41
9.1 PŘÍSTROJOVÉ VYBAVENÍ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ.....	43
9.2 PERSONÁLNÍ ZABEZPEČENÍ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ.....	45
9.3 NÁKLADY NA PROVOZ RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ	49
10 ANALYTICKO-EMPIRICKÁ ČÁST RADIAČNÍ OCHRANY OSOB V NEMOCNICI TŘEBÍČ.....	56
10.1 MONITOROVÁNÍ RADIAČNÍHO PERSONÁLU NEMOCNICE TŘEBÍČ	57
10.2 ROČNÍ VYHODNOCENÍ DAT	64
10.3 BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ VEDOUcí K MINIMALIZACI RIZIK	71
10.4 SWOT ANALÝZA	72

11	DISKUSE	81
12	NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ RADIAČNÍ OCHRANY NA RADIODIAGNOSTICKÉM ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ.....	84
12.1	CHECK-LIST ANALÝZA (CLA, KONTROLNÍ LIST).....	96
	ZÁVĚR	99
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	100
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	106
	SEZNAM OBRÁZKŮ	109
	SEZNAM TABULEK.....	110
	SEZNAM GRAFŮ	112
	SEZNAM PŘÍLOH.....	113

ÚVOD

Ionizující záření je forma elektromagnetického záření, jehož zdrojem jsou radioaktivní materiály, umělé zdroje využívané na radiologických pracovištích nebo kosmické záření. Průchodem ionizujícího záření lidským organismem dochází ke spuštění různých jevů, které vyvolávají biologické účinky na živé organismy. Typ účinku ionizujícího záření závisí na řadě faktorů. Vzhledem k možným škodlivým účinkům je důležité uplatňovat v praxi přísná bezpečnostní opatření. Cílem radiační ochrany je minimalizovat rizika pro zdraví obyvatelstva i životní prostředí. Způsoby radiační ochrany jsou ochrana stíněním, vzdáleností a časem. Mezi principy radiační ochrany patří princip optimalizace, zdůvodnění, limitování a fyzické bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření. Radiační ochrana i nakládání se zdroji ionizujícího záření je řízena v České republice zákonem č. 263/2016 Sb., atomový zákon včetně prováděcích předpisů, především vyhláškou č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Neoddělitelnou součástí tématu je dozimetrie včetně dozimetrických systémů, které umožňují ověření, zda je na pracovišti zajištěna dostatečná ochrana před ionizujícím zářením pro personál. Dozimetrickými systémy lze vyhodnotit hodnotu efektivní dávky ionizujícího záření, které byli zaměstnanci vystaveni. Radiační personál je po celou dobu výkonu práce vybaven určitým dozimetrickým systémem, jde o dozimetr založený na opticky stimulované luminiscenci (OSL) nebo termoluminiscenční dozimetr. Předmětem diplomové práce je vyhodnocení celotělových osobních OSL dozimetrů zaměstnanců radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč za stanovené časové rozmezí. Informace jsou doplněny uvedením finančních zdrojů na provoz oddělení zobrazovacích metod včetně specifických nákladů, jejichž povinnost vychází ze zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Oddělení je vybaveno výpočetní tomografií, magnetickou rezonancí, ultrazvukovým přístrojem, skiagrafickým a skiaskopickým rentgenovým přístrojem. Součástí závěrečné práce je rovněž návrh opatření ke zvýšení radiační ochrany na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč.

CÍLE A METODY ZPRACOVÁNÍ

Hlavním cílem diplomové práce, která je zaměřena na ochranu osob na radiologických pracovištích, bylo ze získaných dat za stanovené časové období (leden 2018–březen 2024) vyhodnotit radiační ochranu na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč. Ke splnění hlavního cíle práce byly stanoveny jednotlivé dílčí cíle: zpracování teoretického vstupu diplomové práce týkající se tématu, zmapování radiační ochrany na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč a ověření, zda nedošlo k překročení limitů pro radiační pracovníky stanovených právní úpravou.

Teoretický vstup diplomové práce byl zpracován pomocí české a zahraniční odborné literatury v knižní podobě nebo v podobě elektronických článků. Aktuální stav na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč byl vyhodnocen v praktické části na základě sběru a analýze dat, především zaměřené na expozice zaměstnanců radiodiagnostického oddělení a na náklady na provoz specializovaného pracoviště se zobrazovacími metodami v Nemocnici Třebíč. Potřebná data k vypracování analyticko-empirické části byla poskytnuta vedoucí radiodiagnostického oddělení a náměstkem ekonomického oddělení po schválení žádostí o poskytnutí informací vedením nemocnice (Příloha I a Příloha II). Autorka použila v diplomové práci metody zahrnující analýzu dokumentů a finančních nákladů, Check-list, dotazník, popis, pozorování, sběr a SWOT analýzu. Aplikační část závěrečné práce byla zaměřena na návrh opatření zvyšující ochranu osob před ionizujícím zářením v lékařské praxi.

Výzkumné otázky diplomové práce:

1. Jaké je zastoupení mužského a ženského pohlaví zaměstnanců na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč?
2. Jaké je zastoupení zaměstnanců zvoleného oddělení Nemocnice Třebíč z hlediska věku?
3. Kolik osob z celkového počtu personálu radiodiagnostického oddělení tvoří radiologičtí asistenti, lékaři – radiologové a zdravotní sestry v Nemocnici Třebíč?
4. Kolik činí specifické a celkové náklady na provoz radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč?
5. Jaké jsou průměrné osobní efektivní dávky u radiologických asistentů, lékařů – radiologů a zdravotních sester na radiologickém oddělení Nemocnice Třebíč za rok 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 a první čtvrtletí roku 2024?

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRÁVNÍ ÚPRAVA OCHRANY OSOB PŘED IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM

Základními právními předpisy na radiologických pracovištích jsou zákon č. 263/2016 Sb. a vyhláška č. 422/2016 Sb. Zmíněný zákon i vyhláška vychází z předpisů Evropského společenství pro atomovou energii (Euratom). Nepostradatelnou součástí k zajištění provozu radiologických pracovišť a radiační ochrany je Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky. Kapitola obsahuje významné mezinárodní a národní orgány, které regulují ochranu před ionizujícím zářením – na světové úrovni se jedná o Mezinárodní agenturu pro atomovou energii (IAEA) a v České republice je významným národním orgánem Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB).

1.1 Právní předpisy radiační ochrany

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon

Atomový zákon je jedním ze základních legislativních dokumentů, který upravuje podmínky nakládání s radioaktivním odpadem, monitorování radiační situace či podmínky zabezpečení jaderného zařízení, jaderného materiálu a zdroje ionizujícího záření. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon je platný od 14. července 2016 a v účinnost vstoupil 1. ledna 2017, čímž nahradil zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. (Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon, 2016)

Zaměstnanci radiologických pracovišť se s radioaktivním odpadem setkávají především na oddělení nukleární medicíny, kde je radiologickým asistentem zdroj radioaktivního záření, radiofarmakum, aplikován přímo do krevního řečiště pacienta. Aplikační materiál musí být vždy po aplikaci náležitě zlikvidován. Monitorování radiační situace probíhá na všech radiologických odděleních, kde je oprávněnou firmou vypracován program monitorování. Firma zajišťuje taktéž školení zaměstnanců a posuzování zdrojů záření. Následně je program schvalován Státním úřadem pro jadernou bezpečnost. (OLE)

Zdrojem ionizujícího záření se rozumí radioaktivní látka a předmět nebo záření ji obsahující nebo uvolňující, nebo generátor záření, kterým je zařízení způsobilé generovat ionizující záření podle § 2 odst. 2 písm. c) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Mezi nejpoužívanější radioaktivní látky využívané na oddělení nukleární medicíny se řadí fluor-18, technecium-99m či jód-123 a jód-131. Generátorem ionizujícího záření

je na radiodiagnostickém oddělení rentgenová lampa a v případě radioterapie lineární urychlovač. (Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon, 2016)

Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje

Vyhláška č. 422/2016 Sb. je platná od 23. prosince 2016 a v účinnost vstoupila 1. ledna 2017 stejně jako atomový zákon. Vyhláška č. 422/2016 Sb. nahradila vyhlášku č. 307/2002 Sb. Státního úřadu pro jadernou bezpečnost o radiační ochraně. Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon v § 63 stanovuje limity ozáření do tří kategorií, a to obecné limity ozáření pro obyvatele, limity pro radiační pracovníky a limity pro žáky a studenty. Vyhláška č. 422/2016 Sb. přesně definuje limity pro jednotlivé kategorie za kalendářní rok a jedná se o součet efektivních dávek ze zevního ozáření, ekvivalentní dávku v oční čočce a průměrnou ekvivalentní dávku na 1 cm² kůže. Limity ozáření jsou uvedeny v § 3 až 5 vyhlášky č. 422/2016 Sb. Součástí legislativního dokumentu je kategorizace zdrojů ionizujícího záření, kategorizace pracovišť, kategorizace radiačních pracovníků či zkoušky zdroje ionizujícího záření, kam patří přijímací zkouška, zkouška dlouhodobé stability a zkouška provozní stálosti. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje tedy doplňuje atomový zákon. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky

Ministerstvo zdravotnictví České republiky vydává dokumenty obsahující předpisy, podle kterých je nutné se řídit v praxi a provozu. Dokumenty související s radiologickými pracovišti jsou Národní radiologické standardy (NRS). Na základě NRS si jednotlivá pracoviště zpracovávají místní radiologické standardy (MRS) pro jednotlivé přístroje na oddělení. Cílem národních i místních radiologických standardů je standardizace postupů prováděných na diagnostických přístrojích. Národní radiologické standardy jsou vypracovány pro všechny radiologické výkony prováděné na radiologických pracovištích – vyšetření v nukleární medicíně, radiační onkologii, skiografii, výpočetní tomografii, mamografii či intervenční zákroky. (Národní radiologické standardy, c2023)

Národní radiologické standardy jsou zpracovány do Věstníků Ministerstva zdravotnictví České republiky (MZ ČR), které jsou dostupné v plné verzi na webových stránkách MZ ČR. Jedná se o:

- Věstník MZ ČR č. 6/2015, Národní radiologické standardy – Radiologická fyzika.
- Věstník MZ ČR č. 2/2016, Národní radiologické standardy – Nukleární medicína.

- Věstník MZ ČR č. 2/2016, Národní radiologické standardy – Radiační onkologie.
- Věstník MZ ČR č. 2/2016, Národní radiologické standardy – Výpočetní tomografie.
- Věstník MZ ČR č. 10/2016, Národní radiologické standardy – Intervenční radiologie.
- Věstník MZ ČR č. 3/2019, Národní radiologické standardy – Skiografie dospělí.
- Věstník MZ ČR č. 14/2020, Národní radiologické standardy – Radioterapie protonovým svazkem.
- Věstník MZ ČR č. 3/2021, Národní radiologické standardy – Mamografie.
- Věstník MZ ČR č. 14/2022, Národní radiologické standardy – Skiografie dětí.
(Národní radiologické standardy, c2023)

Směrnice Rady 2013/59/Euratom

Dokument Rady Evropské unie vydaný 5. prosince 2013 stanovuje základní zásady radiační ochrany obyvatelstva před ionizujícím zářením nejen v odvětví zdravotnictví, veterinářství, ale také v průmyslu či výzkumu. Nevztahuje se na ozáření z přírodního prostředí či ozáření kosmickým zářením při letu. Dokument definuje základní pojmy, veličiny související s ionizujícím zářením, účinky na lidský organismus, principy radiační ochrany, požadavky na vzdělání radiačních pracovníků a řešení havarijního ozáření osob. Směrnici Rady 2013/59/Euratom byla zrušena Směrnice Rady 96/29/Euratom. (Směrnice Rady 2013/59/Euratom, 2013)

Směrnice Rady 2014/87/Euratom

Dokumentem Rady Evropské unie z 8. července 2014, vydaným v Bruselu, se mění Směrnice 2009/71/Euratom a zabývá se především jaderným zařízením vyskytující se na území členských států Evropské unie. Státy Evropské unie musí povinně na základě Směrnice Rady 2014/87/Euratom provádět ve stanovených intervalech vlastní i vzájemné partnerské hodnocení v oblasti jaderné bezpečnosti. (Směrnice Rady 2014/87/Euratom, 2014)

1.2 Mezinárodní a národní orgány ochrany osob před radiací

Nejdůležitějšími mezinárodními orgány týkající se ochrany osob v oblasti radiační ochrany se řadí Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA), Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP), Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom), Světová zdravotnická organizace (WHO), Vědecký výbor spojených národů pro účinky jaderného záření (UNSCEAR) a Informační systém profesionálních expozic (ISOE). Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB), Státní ústav radiační ochrany (SÚRO) a Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO) jsou národní orgány zabývající se ochranou osob před ionizujícím zářením a kontrolou nad nakládáním s jadernými materiály na území České republiky.

Mezinárodní agentura pro atomovou energii (IAEA)

Mezinárodní organizace IAEA vznikla v roce 1957, kde důvodem založení byl strach a nejistota z možných následků souvisejících s používáním jaderné energie. Významným dokumentem vytvořeným Mezinárodní agenturou pro atomovou energii je Smlouva o nešíření atomových zbraní (angl. Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons), jež vstoupila v platnost roku 1970. Smlouvu podepsaly i některé jaderné mocnosti, např. USA a Francie v roce 1957. Počet členských států IAEA se vyšplhal v září 2023 na číslo sto sedmdesát osm. IAEA publikuje dokumenty (směrnice, normy) regulující používání ionizujícího záření v průmyslu a zdravotnictví. (List of Member States, c1998–2023; Mezinárodní agentura pro atomovou energii)

Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP)

Vznik Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu je datován k roku 1928. Cílem nezávislé, nevládní organizace je zajistit ochranu obyvatel, zvířat a životního prostředí bezpečným používáním ionizujícího záření. ICRP zpracovává pravidelně doporučení zajišťující zvýšení bezpečnosti při práci se zdroji ionizujícího záření. Doporučení byla zveřejňována jako součást publikací nebo samostatně, v současnosti jsou vydávány v periodiku s názvem *Annals of the ICRP*. (*Annals of the ICRP*, c2023; Rühm et al., 2022)

Evropské společenství pro atomovou energii (Euratom)

Evropské společenství pro atomovou energii nabylo účinnosti v roce 1958 a tvoří jej všechny členské státy Evropské unie. Cílem bylo vytvořit vhodné podmínky pro budování jaderného

průmyslu a stanovit zásady, aby bylo zabráněno možnému zneužití jaderné energie. Náplní Evropského společenství pro atomovou energii je jaderný výzkum, ochrana osob před ionizujícím zářením, evidence jaderného materiálu a kontrola nakládání se zdroji ionizujícího záření. (Evropské společenství pro atomovou energii – Euroatom)

Světová zdravotnická organizace (WHO)

Světovou zdravotnickou organizaci, sídlící ve švýcarské Ženevě, založila Organizace spojených národů (OSN) dne 7. dubna 1948. Světový den zdraví je celosvětově stanoven právě na den vzniku WHO. Světovou zdravotnickou organizaci tvoří sto devadesát čtyři členských států včetně České republiky. Hlavní náplní WHO je snaha zajistit podmínky pro zlepšení zdraví všech obyvatel bez výjimky. (About WHO, c2024)

Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)

Ústředním orgánem státní správy je Státní úřad pro jadernou bezpečnost se sídlem v Praze. Součástí Úřadu jsou regionální centra včetně poboček v areálu jaderných elektráren na území České republiky (JE Dukovany, JE Temelín). SÚJB vykonává státní správu v oblasti jaderné energie a nešíření jaderných, chemických a biologických zbraní v České republice. Pravomoci SÚJB jsou definovány v zákoně č. 263/2016 Sb., atomový zákon a jedná se o kontrolu jaderné bezpečnosti, udělování povolení pracovištím se zdroji ionizujícího záření, schvalování dokumentace, evidenci jaderných materiálů včetně zacházení s nimi. Spolupracuje s mezinárodními organizacemi a provádí monitorování radiační situace na území České republiky. SÚJB vydává formuláře týkající se povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření, registrační dokumenty pro používání zubního či veterinárního rentgenového přístroje, ale také eviduje pomocí dokumentů dovoz, vývoz a distribuci generátorů záření. (Formuláře a další informace o správním řízení, povolení, registraci, ohlášení, hlášení dovozů atd.; O SÚJB)

Státní ústav radiační ochrany (SÚRO, v. v. i.)

Hlavním sídlem Státního ústavu radiační ochrany je Praha. Pobočky SÚRO se nachází v Českých Budějovicích, Hradci Králové a v Ostravě. Zřizovatelem Ústavu je Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Státní ústav radiační ochrany působí v oblasti radiační ochrany a monitorování radiační situace na území České republiky, je výzkumným pracovištěm a podílí se na implementaci opatření pro zvýšení radiační ochrany. (O SÚJB; O SÚRO, v. v. i., c2023)

2 IONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ

Ionizující záření je již řadu let považováno za škodlivé pro živé organismy na planetě Zemi. Důležité ale je si uvědomit skutečnost, že ionizující záření je spoustu let součástí prostředí, ve kterém lidstvo žije, a tvoří tedy přírodní radiační pozadí. Kromě přirozeného výskytu ionizujícího záření existuje i řada umělých zdrojů, zahrnující zdroje záření v přístrojích využívaných na radiologických odděleních (rentgenový přístroj, výpočetní tomografie, lineární urychlovač) a jaderná zařízení (zbraně, reaktory). (Kubinyi et al., 2018)

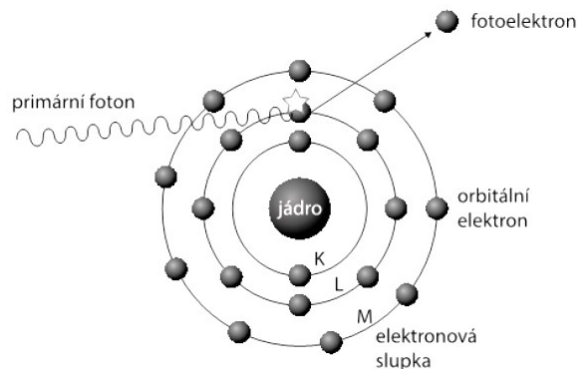
Rentgenové záření bylo objeveno v roce 1895 fyzikem Wilhelmem Conradem Röntgenem. Za objev paprsků X byl o šest let později oceněn Nobelovou cenou za fyziku. Nezůstal však jediným laureátem Nobelovy ceny v oblasti zobrazovacích metod. V roce 1979 byl oceněn Nobelovou cenou za fyziologii a lékařství Allan McLeod Cormack a Godfrey Newbold Hounsfield za objev výpočetní tomografie a Hounsfieldovo číslo (Hounsfield unit), rok 2003 je spojován se jmény Paul Lauterbur a Peter Mansfield, kterým byla udělena Nobelova cena za objev při zobrazování vnitřních struktur těla magnetickou rezonancí. (Kozák et al., 2015)

Rentgenové záření patří stejně jako infračervené, ultrafialové nebo kosmické záření do spektra elektromagnetického vlnění a je definované vlnovou délkou 0,01 μm až 10 pm. Existují dva druhy rentgenového záření (brzdné a charakteristické) rozdělené na základě místa svého vzniku. Brzdné rentgenové záření je tvořeno širokým spektrem energií, vznikajícím postupným ztrácením energie rychlých elektronů, tzv. brzděním. Zpomalením jsou elektrony vychylovány různými směry, čímž vzniká spojité spektrum, kterým se brzdné záření vyznačuje. Charakteristické rentgenové záření je typické diskrétním (čárovým) spektrem a vzniká na základě určité energie uvolněné ve formě fotonu rentgenového záření při přechodu elektronů z nižších energetických hladin na vyšší hladiny v atomu. Vyzářený foton je charakteristický pro daný prvek, čímž lze identifikovat přítomnost prvku v materiálu. Klíčovou roli v diagnostickém zobrazování hraje brzdné rentgenové záření, kde zdrojem záření je mj. rentgenka výpočetní tomografie. (Kozák et al., 2015; Kubinyi et al., 2018)

2.1 Druhy ionizujícího záření

Základní rozdělení ionizujícího záření podle způsobu ionizace je na přímo ionizující a nepřímo ionizující záření.

- **Přímo ionizující záření** je definováno jako korpuskulární záření tvořené elektricky nabitými částicemi zahrnující elektrony, protony, alfa částice a těžké ionty. Při průchodu částic s elektrickým nábojem hmotou dochází přímo k excitaci elektronů v atomovém obalu, a tím i k ionizaci atomu, čímž se z neutrálního atomu stává elektricky nabitý. (Kozák et al., 2015)
- **Nepřímo ionizující záření** zahrnuje elektromagnetické záření – fotony gama záření, fotony rentgenového záření a v případě korpuskulárního záření jde o neutrony. Průběh ionizace je složitější, jelikož se jedná o záření obsahující částice bez elektrického náboje. Elektricky neutrální částice (foton, neutron) předávají kinetickou energii E_k okolním nabitým částicím (elektronům), které následně způsobují ionizaci atomů prostřednictvím fotoelektrického jevu (Obr. 1), nebo Comptonova rozptylu (Obr. 2). Při fotoelektrickém jevu elektricky nenabitá částice předá 100 % kinetické energie elektronu v elektronovém obalu atomu. (Kozák et al., 2015)

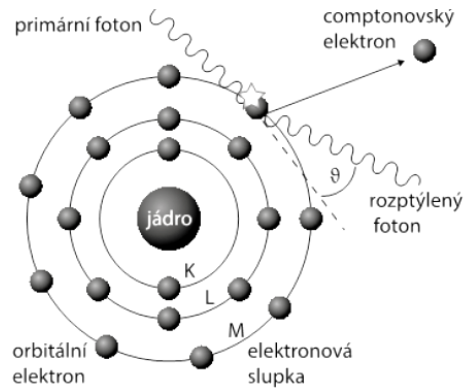


Obrázek 1 Fotoelektrický jev

Zdroj: Kubinyi et al., 2018

Předáním veškeré kinetické energie primárním fotonem elektronu v elektronovém obalu atomu vzniká fotoelektron, který je vyražen z obalu a dochází k ionizaci atomu. (Kozák et al., 2015)

U Comptonova rozptylu je předána primárním fotonem pouze částečná kinetická energie E_k elektronu, a tak vznikají dvě nové částice – vyražený elektron a rozptýlený foton o nižší energii. (Kubinyi et al., 2018)



Obrázek 2 Comptonův rozptyl

Zdroj: Kubinyi et al., 2018

Jeden ze zmíněných způsobů předávání energie se využívá i v nukleární medicíně.

2.2 Zdroje ionizujícího záření

Existují zdroje ionizujícího záření jak přirozené, tak i umělé zdroje vyvinuté lidskou činností. Kosmické záření a záření z přírodních radionuklidů vyskytujících se v zemské kůře představují přirozené zdroje záření. Jedná se o chemické prvky – draslík (^{40}K), radioaktivní uran (^{238}U) a thorium (^{232}Th), které se nacházejí v periodické tabulce prvků. Přírodní radionuklidy se rozpadají a stávají se zdrojem ionizujícího záření, které je uvolňované do okolního prostředí, a následně dochází k ingesci či inhalaci záření obyvatelstvem. (Komisova et al., 2023)

Umělé zdroje ionizujícího záření jsou využívány již řadu let v průmyslu, medicíně, výzkumu a jaderných zařízeních. V jaderných elektrárnách dochází ke štěpení uranu v jaderných reaktorech. Štěpná reakce uranu je zdrojem tepla pro ohřev vody, ohřevem vody se uvolňuje vodní pára, která pohání turbíny vyrábějící elektřinu. Nejvýznamnějšími umělými zdroji záření jsou zdroje používané v lékařství, přesněji na radiologických pracovištích. Na radiodiagnostických odděleních se používají rentgenové diagnostické přístroje, jež jsou zdroji ionizujícího záření. V radioterapii se k léčbě rakoviny používají lineární urychlovače emitující záření. Radionuklidy používané v nukleární medicíně k zobrazování, ale i k léčbě, jsou alfa či beta zářiče, vyráběné v cyklotronech. Dalším umělým zdrojem ionizujícího záření jsou jaderné zbraně. (Baatout, 2023)

3 VLIV IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Rostlinstvo i živočišstvo, včetně lidstva, je vystaveno široké škále záření během života na planetě Zemi. Elektromagnetické spektrum tvoří několik druhů elektromagnetického záření, které se od sebe liší vlnovou délkou a frekvencí. Počínajícím zářením spektra je rádiové záření s nejdelší vlnovou délkou (10^3 m). Nejkratší vlnovou délku má gama záření o vlnové délce 10^{-12} m. Součástí elektromagnetického spektra je také záření mikrovlnné, infračervené, viditelné, ultrafialové a rentgenové. Jednotlivá zmíněná záření mají určitý, byť i jen zanedbatelný vliv na živý organismus. (Elektromagnetické spektrum, c2023)

Průchodem ionizujícího záření lidským organismem dochází ke spuštění řady jevů, které vyvolávají biologické účinky. Vzniklý biologický účinek závisí na druhu prošlého ionizujícího záření, energii záření, lineárním přenosu energie (LET), ale i na časovém rozložení dávky. Existují dva typy lineárního přenosu energie – vysoký a nízký LET, kde na základě typu lineárního přenosu energie dochází ke vzniku přímého či nepřímého účinku v buňkách organismu. (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020)

Vysokým lineárním přenosem energie, způsobující přímý účinek, se vyznačují alfa částice, protony a neutrony. Přímý účinek je charakteristický absorpcí energie jádrem buňky a vyskytuje se především v buňkách obsahujících méně vody. V buněčném jádru se nachází nejdůležitější část buňky a zároveň nositelka genetické informace – molekula DNA, a proto se molekuly DNA nevyhnou přímé interakci s ionizujícím zářením. Průchodem ionizujícího záření buňkami s větším množstvím vody dochází k interakci ionizujícího záření nejprve s molekulami H_2O , přičemž se jedná o radiolýzu vody za vzniku vysoce reaktivních volných radikálů. Následně volné radikály poškozují molekuly DNA, a proto je proces označován jako nepřímý. (Skibová, 2021)

Nejcitlivějšími orgány lidského těla na ionizující záření jsou kůže a hematopoetické orgány, zahrnující kostní dřeň včetně krevních buněk, brzlík (thymus), lymfatické uzliny a slezina. Jedná se o krvetvorné orgány, ve kterých dochází k neustálému buněčnému formování, proliferaci (množení), diferenciaci (rozdílení) či úplnému zániku buněk. Z důvodu schopnosti rychlé obnovy buněk jsou zmíněné orgány nejradiosenzitivnější. Nervové a svalové buňky jsou nejodolnějšími částmi lidského těla. (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020)

Biologické účinky ionizujícího záření na lidský organismus studuje odvětví oboru biologie, a to radiobiologie. Účinky ionizujícího záření lze rozdělit na časné a pozdní, somatické a genetické, stochastické a deterministické (Obr. 3). (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020)

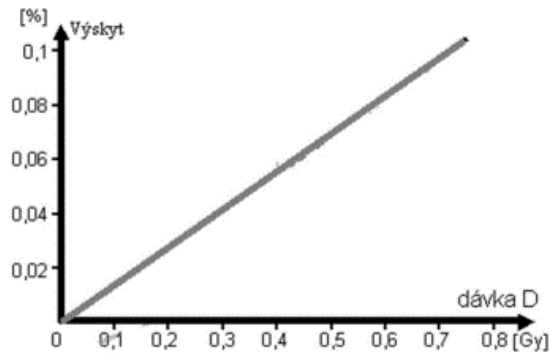
Účinky ionizujícího záření na lidský organismus			
Časné	Pozdní		
Somatické			Genetické
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Akutní nemoc z ozáření (krevní, nervová, střevní forma)</i> • <i>Akutní radiodermatitida</i> • <i>Poškození fertility (plodnosti)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Nenádorová pozdní poškození</i> • <i>Chronická radiodermatitida</i> • <i>Zákal oční čočky (katarakta)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Zhoubné novotvary</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Genetické účinky u potomstva ozářených jedinců</i>
<i>Poškození embrya a plodu</i>			
Deterministické		Stochastické	

Obrázek 3 Biologické účinky ionizujícího záření

Zdroj: Vlastní zpracování podle Stručný přehled biologických účinků záření, b. r.; Hančíková, 2008

Jedním z dělení biologických účinků ionizujícího záření je na somatické a genetické, kde somatické účinky se projevují u jedinců podstupujících ozáření. Genetické účinky se projevují u potomstva ozářených jedinců, kdy dochází ke genetickým mutacím a změnám v genetické informaci.

Stochastické účinky jsou definovány jako bezprahové. Není u nich známa prahová hranice, při jejímž překročení by došlo ke vzniku škodlivého účinku. S rostoucí dávkou neroste závažnost poškození, ale pravděpodobnost výskytu poškození (Obr. 4). Příkladem stochastických účinků je nádorové onemocnění projevující se zhoubnými novotvary a leukémií. Stochastické účinky jsou charakteristické pozdním nástupem účinků. Prostřednictvím epidemiologických studií bylo prokázáno, že riziko vzniku stochastických účinků závisí na pohlaví a věku ozářených jedinců. Jednoznačně vyšší riziko vzniku poškození je u dětí, u kterých během růstu a dospívání dochází k velkému množství dělení buněk. Zatímco u osob starších 50 let je riziko nižší. V případě pohlaví jsou citlivější dívky a ženy oproti mužskému pohlaví. (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020; Skibová, 2021)

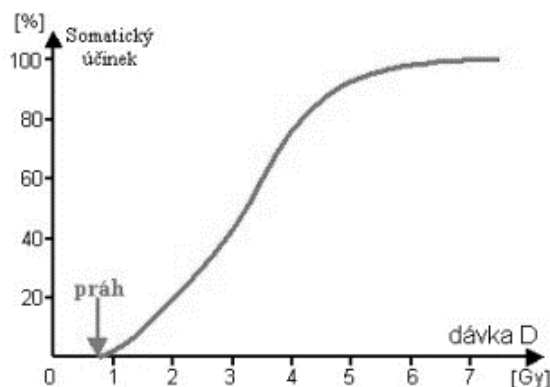


Obrázek 4 Stochastický účinek

Zdroj: Skibová, 2021

Nízké dávky záření mohou vyvolat stochastické účinky, které nemusí být okamžitě patrné po expozici, ve většině případů existuje latentní období.

Deterministické účinky jsou na rozdíl od stochastických účinků definovány jako prahové. U deterministických účinků, které lze taktéž označit jako nestochastické, existují prahové dávky, při jejichž překročení dochází ke vzniku škodlivého účinku (Obr. 5). Platí zde pravidlo: čím vyšší dávka, tím větší poškození organismu. Osoby vystavené dávkám nižších hodnot, než je prahová dávka, nejsou ohroženy a neprojevuje se u nich škodlivý účinek. Každá tkáň i orgán vykazuje jinou odolnost vůči záření a má jinou prahovou dávku. (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020)



Obrázek 5 Deterministický účinek

Zdroj: Skibová, 2021

Akutní nemoc z ozáření, radiační poškození kůže (radiodermatitida) a radiační poškození oční čočky se řadí mezi deterministické účinky. Účinky se projevují v krátkém časovém intervalu (v řádu několika dnů až týdnů po ozáření jedince). (Puerta-Ortiz, Morales-Aramburo, 2020)

4 RADIČNÍ OCHRANA

Řadu let jsou nepostradatelnou součástí radiační ochrany její principy a způsoby, sloužící ke snížení či vyhnutí se možnosti vzniku stochastických a deterministických účinků, které vznikají při ozáření ionizujícím zářením. Hlavním cílem radiační ochrany je vyloučit vznik deterministických účinků a snížit riziko vzniku stochastických účinků. (Súkupová, 2018)

4.1 Principy radiační ochrany

Existují celkem čtyři principy radiační ochrany. Jedná se o princip zdůvodnění, princip optimalizace, princip limitování dávek a princip bezpečnosti zdrojů. Při lékařském ozáření je především uplatňován princip zdůvodnění a princip optimalizace.

Princip zdůvodnění

Principem zdůvodnění se rozumí, že vyšetření ionizujícím zářením musí být odůvodněno, proč je požadováno, a přínos vyšetření ionizujícím zářením musí být vyšší než rizika spojená s ozářením. Indikující lékař musí zvážit, zda neexistuje jiný způsob k potvrzení či vyloučení diagnostické informace (využití ultrasonografie či magnetické rezonance) a odpovídá za důkladné zvážení benefitů vyšetření vůči možné újmě pacienta způsobené ozářením. Ženy ve fertilním věku, 15 až 50 let, musí před lékařským ozářením podepsat negaci těhotenství. (Súkupová, 2018)

Indikujícím lékařům je od roku 2003 dostupný dokument Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky (MZ ČR), který obsahuje indikační kritéria pro zobrazovací metody (Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2003). Součástí Věstníku MZ ČR č. 3 z roku 2021 jsou Národní radiologické standardy, indikační kritéria k mamografickému vyšetření a CT vyšetření v rámci pilotního programu časného zachytu karcinomu plic. (Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2021)

Princip optimalizace

Princip optimalizace je dalším významným principem radiační ochrany a je neodmyslitelně spojován s principem „as low as reasonably achievable (ALARA)“, v českém překladu „tak nízké, jak je rozumně dosažitelné“ (Hynková, Šlampa, 2012). Na principu optimalizace se podílí indikující lékař, radiologický fyzik a radiologický asistent. Cílem principu je omezit vyšetření, při nichž se využívají zdroje ionizujícího záření (správná indikace),

vyhnout se duplicitnímu vyšetření a omezit velikost obdržených dávek na nejnižší možné počty a hodnoty. (Súkupová, 2018)

Princip limitování dávek

Zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon v § 63 stanovuje limity ozáření do tří kategorií: obecné limity ozáření pro obyvatele, limity pro radiační pracovníky, limity pro žáky a studenty. V § 3 až 6 vyhlášky č. 422/2016 Sb. jsou přesně definovány limity pro jednotlivé kategorie za kalendářní rok a jedná se o součet efektivních dávek ze zevního ozáření, ekvivalentní dávku v oční čočce a průměrnou ekvivalentní dávku na 1 cm² kůže. Princip limitování dávek se nevztahuje na lékařské ozáření, a tedy pro pacienty podstupující lékařské ozáření nejsou uzákoněny dávkové limity. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016; Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon, 2016)

Obecné limity ozáření pro obyvatele (§ 3 vyhlášky č. 422/2016 Sb.):

- součet efektivních dávek ze zevního ozáření – 1 mSv/rok,
- ekvivalentní dávka v oční čočce – 15 mSv/rok,
- průměrná ekvivalentní dávka na 1 cm² kůže – 50 mSv/rok.

Limity pro radiačního pracovníka (§ 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb.):

- součet efektivních dávek ze zevního ozáření – 20 mSv/rok, případně 100 mSv/5 let,
- ekvivalentní dávka v oční čočce – 50 mSv/rok, případně 100 mSv/5 let,
- průměrná ekvivalentní dávka na 1 cm² kůže – 500 mSv/rok.

Limity pro ekvivalentní dávku od prstů ruky po předloktí a od chodidel po kotníky jsou stanoveny pro radiační pracovníky na 500 mSv/rok.

Odvozené limity (§ 6 vyhlášky č. 422/2016 Sb.):

- U radiačních pracovníků se dále zjišťují a vyhodnocují odvozené limity pro zevní ozáření. Osobní dávkové ekvivalenty jsou měřeny ve stanovených hloubkách, a to v hloubce 0,07 mm se jedná o hodnotu 500 mSv/rok, v hloubkách 3 mm a 10 mm je určen limit 20 mSv/rok. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Limity pro žáka a studenta (16–18 let) (§ 5 vyhlášky č. 422/2016 Sb.):

- součet efektivních dávek ze zevního ozáření – 6 mSv/rok,
- ekvivalentní dávka v oční čočce – 15 mSv/rok,
- průměrná ekvivalentní dávka na 1 cm² kůže – 150 mSv/rok.

Dávkové limity pro žáky a studenty starší 18 let jsou dle vyhlášky č. 422/2016 Sb. totožné s limity pro radiační pracovníky. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Princip bezpečnosti zdrojů

Základním principem radiační ochrany je i princip bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření, který slouží k zabezpečení proti ztrátě kontroly nad zdroji ionizujícího záření (IZ) neoprávněnými osobami, dále zahrnuje povinnost provádět pravidelné kontroly zdroje k ověření spolehlivosti a správné funkčnosti. Po instalaci zdroje a před prvním použitím k lékařskému ozáření je na zdroji IZ provedena přijímací zkouška. V průběhu používání zdrojů se provádí pravidelně zkoušky dlouhodobé stability a zkoušky provozní stálosti, jejichž četnost a rozsah provedení se stanoví u přijímací zkoušky. (Súkupová, 2018)

4.2 Způsoby radiační ochrany

Mezi způsoby radiační ochrany patří ochrana časem, vzdáleností a stíněním.

Ochrana personálu časem znamená, že se pracovník může zdržovat v blízkosti aktivního zdroje ionizujícího záření pouze po nezbytně krátkou dobu. Při skiaskopických vyšetřeních se ke snížení radiační zátěže osob používá pulzní režim, nikoliv kontinuální expozice. Dávkový příkon ionizujícího záření klesá s druhou mocninou vzdálenosti, a proto by se měl zaměstnanec pohybovat v co největší možné vzdálenosti od zdroje ionizujícího záření. Ochrana personálu dále spočívá ve stínění pomocí ochranných prvků a stínění vyšetřoven. Mezi ochranné prvky se řadí štíty, olovněné zástěry či límce. Některé osobní ochranné pracovní prostředky (OOPP) mohou při výkonu práce ztěžovat manipulaci personálu, např. olovněné vesty jsou podle ekvivalentu olova rozdílně těžké. Olovněné vesty chrání životně důležité a citlivé orgány lidského těla od dutiny hrudní (srdce, plíce), přes dutinu břišní a sahají pod oblast pánve, čímž jsou chráněny i reprodukční orgány. Vedení radiologických pracovišť vybírá ze tří druhů celotělové ochrany, které se liší ekvivalentní hodnotou olova (Pb) i váhou vesty. Vesty s přední i zadní ochranou

jsou většinou o jeden kilogram těžší než vesty mající pouze přední ochranu. Při ekvivalentní hodnotě olova 0,25 mm Pb je váha vesty s přední ochranou přibližně 3 kg, při 0,35 mm Pb váha činí asi 4 kg Pb a u nejvyšší ekvivalentní hodnoty 0,50 mm Pb je váha vesty až 6 kg (Olovněná zástěra, c2004–2021). Stínění vyšetřoven je zajištěno barytovými omítkami, železobetonovými zdmi a přítomností vrstvy olova ve dveřích a sklech. Na oddělení nukleární medicíny jsou radiační pracovníci vystaveni záření při aplikaci radiofarmaka a v blízkosti pacientů (např. polohování pacientů). Právě při intravenózní aplikaci radiofarmak dochází k obdržení vyšších dávek na ruce, proto je nutné při manipulaci s radiofarmaky pracovat v rukavicích, s pinzetami a používat kryty na injekční stříkačky. Krytí injekčních stříkaček existuje vícero druhů – při aplikaci technecia-99m u SPECT vyšetření k odstínění je dostačující menší vrstva stínícího materiálu, zatímco u radiofarmak pro PET vyšetření (fluor-18) je nutná silnější tloušťka materiálu. Nejideálnější variantou je využívat automatické aplikační technologie, které lze ovládat z bezpečné vzdálenosti, a tím se vyhnout zevnímu ozáření. (Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade, 2015)

Ochrana pacientů před zářením časem je zajištěna použitím pulzního režimu při skiaskopických výkonech a zkrácením doby expozice. Důležité je, aby lékaři indikovali řádné vyšetření a zaměstnanci na radiologických pracovištích pracovali zodpovědně a precizně tak, aby nebylo nutné zbytečně opakovat vyšetření a tím vystavit pacienta další expozici. Při skiaskopicko-skiagrafičkových vyšetřeních by mezi pacientem a detektorem měla být minimální možná vzdálenost, v případě vzdálenosti pacient-ohnisko rentgenky se jedná o 180 cm u snímku plic. Jedná se o ochranu vzdáleností. Pacient podstupující lékařské ozáření nemůže být chráněn stavebním stíněním stejně jako personál (zdi, dveře), zde je ochrana stíněním zajištěna clonami ve zdroji ionizujícího záření. Při ozáření je nutné pomocí primárních clon regulovat svazek záření a zúžit jej pouze na oblast zájmu. Pokud se oblast zájmu nachází mimo štítnou žlázu a gonády, lze pacientům citlivé orgány v blízkosti primárního svazku vykrývat osobními ochrannými prvky – olovněné límce či zástěry. V minulosti nebylo možné vyšetřit těhotné ženy pomocí rentgenového záření, obzvláště v období prvního trimestru, kdy je plod nejcitlivější na ozáření. V současnosti již vývoj pokročil a došlo k výraznému zdokonalení technologií, kdy pacienti při vyšetření obdrží nižší dávky a v místech mimo oblast zájmu lze hovořit o zanedbatelných hodnotách. V případě indikace lékařského ozáření v období gravidity je u těhotných žen dávka mimo oblast dutiny břišní a pánve velmi nízká. (Súkupová, 2018)

5 DOZIMETRIE IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ

Veličiny charakterizující působení přímo a nepřímo ionizujícího záření na látku jsou označovány jako dozimetrické veličiny, zahrnující absorbovanou dávku, dávkový příkon, expozici a kermu. Pro účely radiační ochrany jsou zavedeny veličiny efektivní a ekvivalentní dávka; dalšími veličinami je např. lineární přenos energie a relativní biologická účinnost. (Kubinyi et al., 2018)

Veličina **dávka (absorbovaná dávka)** vyjadřuje střední energii předanou ionizujícím zářením materiálu. (Baatout, 2023)

$$\text{dávka } (D) = \text{střední energie } (dE) / \text{hmotnost materiálu } (dm) \text{ (Baatout, 2023)}$$

Současnou jednotkou absorbované dávky je gray (Gy = J/kg), který nahradil jednotku rad (1 Gy = 100 rad). (Baatout, 2023)

Dávkový příkon úzce navazuje na předchozí veličinu, jelikož vyjadřuje množství dávky předanou látce za určitý čas. Jednotka je gray na sekundu (Gy/s). (Baatout, 2023)

„Expozice je definována jako poměr absolutní hodnoty celkového elektrického náboje iontů jednoho znaménka, které byly uvolněny při interakci fotonů v hmotnostním elementu vzduchu o dané hmotnosti při úplném zabrzdění všech vzniklých elektronů a pozitronů.“ (Hynková, Šlampa, 2012, s. 188)

„Kerma je definována jako podíl kinetické energie všech nabitých částic uvolněných nenabitými ionizujícími částicemi v uvažovaném objemu látky o dané hmotnosti.“ (Hynková, Šlampa, 2012, s. 188)

Efektivní dávka a **ekvivalentní dávka** vyjadřují vliv ionizujícího záření na organismus. K výpočtu ekvivalentní dávky je nutné znát, o který typ záření se jedná, jelikož ne všechna záření mají stejný vliv na lidský organismus a nevyvolávají stejné účinky při stejné energii. Ekvivalentní dávka se počítá jako součin absorbované dávky a radiačního váhového faktoru. Radiační váhový faktor rentgenového záření, beta plus a beta minus záření je dle doporučení Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP) roven 1. (Baatout, 2023)

$$\text{ekvivalentní dávka } (H_T) = \text{absorbovaná dávka } (D) \times \text{radiační váhový faktor } (w_R) \text{ (Baatout, 2023)}$$

Výpočet efektivní dávky je založen na součinu ekvivalentní dávky v dané tkáni a tkáňového váhového faktoru vztaženého na určitou tkáň. Hodnoty tkáňového váhového faktoru pro jednotlivé tkáně a orgány byly zavedeny ICRP. (Baatout, 2023)

efektivní dávka (E) = ekvivalentní dávka (H_T) × tkáňový váhový faktor (w_T) (Baatout, 2023)

Jednotkou efektivní i ekvivalentní dávky je sievert (Sv). Jednotky gray a sievert patří mezi odvozené jednotky mezinárodní soustavy jednotek (SI). (Baatout, 2023)

5.1 Dozimetrické systémy

Dozimetrické systémy slouží k zjišťování údajů o profesním ozáření pracovníků, neboli k odhalení případného obdržení dávky pracovníkem během výkonu práce. Radiační pracovníci musí být evidováni Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB) na základě tzv. „Karty radiačního pracovníka“. Náležitosti dokumentu vycházejí z přílohy č. 14 k vyhlášce č. 422/2016 Sb. a vzor registrační karty je dostupný v elektronické podobě (Příloha VII). Dokument sumarizuje podstatné informace o osobě pracující se zdroji ionizujícího záření v jakékoliv oblasti (průmysl, lékařství). Veškeré informace musí být zachovány (podle § 33 odst. 2 vyhlášky č. 422/2016 Sb.) v systému státní evidence se zdroji a sledování jejich ozáření po dobu výkonu radiačního pracovníka do dovršení věku 75 let a dále nejméně třicet let po ukončení činnosti se zdroji ionizujícího záření. (Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizující záření, 2019; Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Nejpoužívanějšími dozimetrickými systémy jsou termoluminiscenční dozimetry (TLD) a dozimetry založené na opticky stimulované luminiscenci (OSL). Systémy jsou tvořeny citlivými detekčními materiály na ionizující záření. Původně ve světě existovaly pouze termoluminiscenční dozimetry. Dozimetrický systém byl rozšířen o OSL dozimetry o několik let později. (Gasparian et al., 2023)

Osoby vystavované profesnímu ozáření jsou vybaveny dozimetry, které mají u sebe po celou dobu výkonu práce. Detekční materiály implantované v dozimetrech uchovávají energii odpovídající velikosti expozice ionizujícím zářením. K vyhodnocení dozimetrů dochází zpravidla měsíčně či kvartálně ve speciálních vyhodnocovacích laboratořích. U termoluminiscenčních dozimetrů je detektor nejčastěji tvořen z fluoridu lithného (LiF), který je pro vyhodnocení zahříván na vysokou teplotu. Při zahřívání dochází k uvolnění uchované energie ionizujícího záření ve formě záření viditelného, které je detekováno fotodetektory, a následně je podle změřených hodnot zjišťována absorbovaná dávka ionizujícího záření. (Detekce a spektrometrie ionizujícího záření, b. r.; Zidouh et al., 2023)

Detektory na bázi oxidu hlinitého aktivovaného uhlíkem $\text{Al}_2\text{O}_3(\text{:C})$ se využívají u dozimetrů založených na opticky stimulované luminiscenci. Vyhodnocení probíhá pomocí optické metody. K uvolnění uchované energie dochází ozářením viditelným světlem, přičemž vzniká luminiscence, která je detekována a měřena. Množství emitovaného světla během zmíněných procesů je úměrné dávce ionizujícího záření přijaté dozimetrou. U vyhodnocování termoluminiscenčních i OSL dozimetrů je kladen důraz na přesnost. (Detekce a spektrometrie ionizujícího záření, b. r.; Zidouh et al., 2023)

Výhodou termoluminiscenčních dozimetrů je nízká cenová dostupnost, dostatečná citlivost a možnost znovupoužití. OSL dozimetry se vyznačují vysokou citlivostí a opětovným používáním. Osobní dozimetry založené na bázi technologie opticky stimulované luminiscence jsou široce využívány v praxi a jedná se o nejmodernější metodu integrální osobní dozimetrie. Oba typy dozimetrů splňují mezinárodní kritéria vycházející z norem IEC a ICRP, jež byly ověřeny na základě experimentálních testů. (Celotělová dozimetrie, c2022; Zidouh et al., 2023)

Celotělové osobní OSL dozimetry (Obr. 7) jsou malé a velmi lehké, takže radiální pracovníci nejsou při výkonu práce omezováni přítomností dozimetru. Referenčním místem pro umístění dozimetru je přední levá strana hrudníku, kde jsou připevněny nejčastěji pomocí klipsu. Na odděleních nukleární medicíny jsou zaměstnanci vystaveni vyšší dávce na ruce, jelikož manipulují s radiofarmaky (např. při aplikaci radiofarmaka pacientovi), proto jsou vybaveni i prstovými TLD dozimetry (Obr. 6). (Osobní monitorování, str. 13–14)



Obrázek 6 Prstový TLD dozimetr

Zdroj: Prstová dozimetrie, c2022

Plastový prstový dozimetr se vyrábí v barevném provedení a ve čtyřech velikostech, kde přední část obsahuje fluorid lithný (LiF). Monitoring je prováděn v případě prstové dozimetrie termoluminiscenčními dozimetry. (Prstová dozimetrie, c2022)

Společnost VF, a.s. dodává osobní dozimetry založené na opticky stimulované luminiscenci do zdravotnických zařízení a následně provádí jejich vyhodnocení v laboratořích společnosti. (O společnosti VF, c2022)



Obrázek 7 Osobní OSL dozimetr

Zdroj: Celotělová dozimetrie, c2022

Každý OSL dozimetr (Obr. 7) je opatřen logem společnosti VF, a.s., barevně odlišeným pruhem definující monitorovací období (měsíc a rok: 09/2020, případně kvartál a rok: Q1/2020), základními údaji zaměstnance – titul, jméno, příjmení a název pracoviště (např. Nemocnice Třebíč, Fakultní nemocnice Brno). Referenční místo, kam si musí zaměstnanec připevnit OSL dozimetr, je naznačené ve spodním tmavém pruhu. Osobními OSL dozimetry jsou vybaveni zaměstnanci radiologických pracovišť včetně studentů, kteří se účastní odborných praxí během studia nelékařského oboru radiologická asistence.

Překročení limitů pro radiačního pracovníka je šetřeno Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Identifikační údaje pracovníka jsou vyplňovány do formuláře SÚJB (Příloha VIII), který slouží pro šetření příčin, a následně je do formuláře zanesen odpovědnou osobou i výsledek šetření vyšší osobní dávky radiačního pracovníka. (Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizující záření, 2019)

Společnost VF, a.s.

Společnost poskytuje služby po celém světě, přičemž česká centrála společnosti sídlí v jihomoravské obci Černá Hora. Je výrobcem, dodavatelem zařízení a poskytovatelem služeb v oblasti monitorování ionizujícího záření využívaného v průmyslu, lékařství a jaderných elektrárnách. V kategorii „zdravotnictví“ zajišťují produkty k monitorování dávkových příkonů, aktivity ve vzduchu a v kapalinách, monitorování kontaminace osob a předmětů. Poskytují širokou škálu služeb zahrnující mj. služby osobní dozimetrie, externí klinické audity či nakládání a likvidace zdrojů ionizujícího záření. (O společnosti VF, c2022)

6 RADIOLOGICKÁ PRACOVISTĚ

Radiologičtí asistenti a lékaři – radiologové nachází uplatnění na radiologických pracovištích, která jsou rozdělena do tří základních odvětví – oddělení radiodiagnostiky, nukleární medicíny a radiační onkologie. Kapitola je doplněna kategorizací radiačních pracovišť a radiačních pracovníků.

6.1 Kategorizace radiačních pracovišť

Radiační pracoviště jsou rozdělena dle atomového zákona do čtyř kategorií, které jsou blíže definovány vyhláškou o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Pracoviště I. kategorie zahrnuje mj. pracoviště s kostním denzitometrem či zubním rentgenovým přístrojem. Pracoviště s rentgenovým zařízením využívaným k radioterapii či radiodiagnostice, kromě přístrojů zařazených do I. kategorie, se řadí do II. kategorie. Pracoviště s urychlovači částic, které se používají na radioterapeutických odděleních, spadá do III. kategorie. Čtvrtá kategorie (IV.) zahrnuje jaderná zařízení a úložiště radionuklidového odpadu. Do poslední kategorie tedy nepatří ani jedno z radiologických pracovišť. Všechny výše zmíněné čtyři kategorie jsou detailně uvedeny v § 19 vyhlášky č. 422/2016 Sb. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Pracoviště se zdroji ionizujícího záření jsou rozdělována na kontrolované a sledované pásmo. Pracoviště, u kterých lze očekávat překročení roční efektivní dávky 6 mSv nebo ekvivalentní dávky dané v atomovém zákoně jsou vymezena jako kontrolované pásmo. Sledované pásmo je vymezeno v prostorech, kde se předpokládá možné překročení roční efektivní dávky 1 mSv či překročení stanoveného limitu ekvivalentní dávky podle § 74 zákona č. 263/2016 Sb. pro oční čočku, končetiny a kůži. (Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon, 2016)

6.2 Kategorizace radiačních pracovníků

Radiační pracovníci jsou na rozdíl od radiačních pracovišť kategorizováni dle vyhlášky č. 422/2016 Sb. pouze do dvou kategorií (A, B). Radiační pracovník kategorie A je osoba, jež by mohla obdržet efektivní dávku vyšší než 6 mSv či ekvivalentní dávku vyšší než 15 mSv na oční čočku za kalendářní rok. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

Osoby jiné, než jsou uvedeny v § 20 odst. 2 vyhlášky č. 422/2016 Sb., jsou radiačními pracovníky kategorie B. V České republice může být radiačním pracovníkem pouze osoba, jež dosáhla osmnácti let věku. Výjimkou jsou pouze studenti (16–18 let), kteří jsou zařazeni do kategorie B. (Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016)

6.3 Radiodiagnostické oddělení

Radiodiagnostické oddělení lze vybavit řadou zobrazovacích technologií využívajících ionizující záření, ale i přístroji, které pro pacienta nepředstavují radiační zátěž.

Rentgenové přístroje emitují ionizující záření, které prochází tkáněmi lidského těla. Při průchodu rentgenového záření hmotou dochází k jeho absorpci, prošlé elektromagnetické záření je následně detekováno a vzniká obraz – rentgenový snímek. Rentgenový přístroj je tvořen ze dvou základních komponent, a to generátoru rentgenového záření (rentgenová lampa) a systému pro detekci obrazu. Rentgenku tvoří anoda a katoda uložená ve vakuu. Princip rentgenky je založen na generování proudu elektronů z katodového vlákna, který je vysokým napětím urychlován a dopadá na anodu, čímž dochází k emisi rentgenového záření. Rentgen je na radiodiagnostických odděleních využíván k zobrazení skeletu (zlomeniny), abnormalit a onemocnění plic (zápal plic) či břišní dutiny (ileus). (Kozák et al., 2015)

Ultrasonografie je zobrazovací metodou, kde zdrojem ultrazvukového vlnění jsou speciální látky s piezoelektrickými vlastnostmi. Ultrasonografie nevyužívá ionizujícího záření a s tím souvisí i existence pouze minimálního počtu vedlejších účinků. Kromě klasických ultrasonografií na radiodiagnostickém oddělení jsou speciálními ultrasonografy vybavena nemocniční zařízení hned na několika specializovaných odděleních – gynekologie, kardiologie nebo oftalmologie. Prostřednictvím ultrasonografií lze zobrazit tkáň v reálném čase (B-mode) či pomocí dopplerovského principu diagnostikovat cévní patologie. (Kozák et al., 2015)

Výpočetní tomografie známá pod zkratkou CT (z angl. Computed Tomography) je v současnosti běžně používanou a široce rozšířenou zobrazovací technologií radiologie. Přístroj je tvořen gantry s posuvným stolem, kde se po celém obvodu gantry nachází detekční jednotky a současně zde rotuje rentgenka emitující ionizující záření. Nepostradatelnou součástí je tlakový injektor pro aplikaci kontrastní látky. Před každým CT vyšetřením je pacient edukován o průběhu a rizicích spojených s vyšetřením, podstupuje přípravu

(např. nutnost lačnit 6 hodin před podáním kontrastní látky) a podepisuje informovaný souhlas s vyšetřením. Vyšetření lze provést nativně (bez kontrastních látek) nebo v převážné většině s jodovou kontrastní látkou aplikovanou intravenózně. Řada pacientů je na jodové kontrastní látky alergická, proto existují i kontrastní látky neionogenní. Pro vyšetření gastrointestinálního traktu jsou podávány pozitivní kontrastní látky, a to baryová suspenze často v kombinaci s negativní kontrastní látkou – vzduchem nebo oxidem uhličitým (CO₂). (Kozák et al., 2015)

Magnetická rezonance (MR) je další zobrazovací technologií nevyužívající ionizující záření. Přístroj k zobrazení struktur lidských tkání využívá silného magnetického pole o síle 1,5 T nebo 3 T, ve kterém je po celou dobu vyšetření pacient uložen. Princip magnetické rezonance je složitý a vychází z kvantové fyziky. Pacientům jsou aplikovány před vybraným vyšetřením kontrastní látky na bázi gadolinia (Gadovist, ProHance, Dotarem) a přikládány na vyšetřovanou část těla cívky, které slouží jako přijímací cívky (hlavová, bederní, kolenní a další). Základními vyšetřovacími technikami jsou T1 vážený obraz, T2 vážený obraz a proton denzitní obraz. Přístroj se vyskytuje pouze na některých radiodiagnostických odděleních, jelikož se jedná o vysoce nákladný přístroj na pořízení, ale i jeho provoz. (Kozák et al., 2015)

Některá radiodiagnostická pracoviště jsou, kromě již zmíněných zobrazovacích metod, vybavena dalšími speciálními rentgenovými přístroji. Jedná se o denzitometrii ke stanovení hustoty kostí, mamografii k zobrazení prsní tkáně a zobrazovací metody v zubním lékařství k zobrazení chrupu a okolního skeletu. U intraorální skiografie jsou statickým rentgenovým přístrojem pořizovány snímky jednotlivých zubů samostatně, zatímco u extraorálního zobrazení je výsledkem panoramatický obraz zachycující celou horní i dolní čelist, jenž je získán rotujícím ortopantomografem kolem hlavy pacienta. (Kozák et al., 2015)

6.4 Oddělení nukleární medicíny

Přístroje nukleární medicíny (PET, SPECT) jsou založeny na detekci emitovaného ionizujícího záření, kde zdrojem záření není diagnostický přístroj jako u radiodiagnostiky (např. rentgenový přístroj), ale sám pacient. Na odděleních nukleární medicíny se standardně při vyšetření aplikuje pacientům přípravek specifický přítomností jednoho nebo více radionuklidů a je označován jako radiofarmakum. V průběhu vyšetření se získává obraz distribuce radiofarmaka v lidském těle vypovídající o molekulární informaci, vlastnostech tkáně a chování radiofarmaka v orgánu, nikoliv informace o tvaru či velikosti.

Radiofarmaka se skládají ze dvou hlavních složek – radionuklidu a nosiče. Radionuklidy jsou zdrojem záření, které je emitováno a detekováno technologií. Mezi sebou se liší způsobem zobrazení, radioaktivním rozpadem, poločasem rozpadu a energií. Fluor-18, využívaný u PET vyšetření, patří mezi dvoufotonové radionuklidy s beta plus přeměnou, poločasem rozpadu 110 minut a energií fotonů 511 keV. Naopak metastabilní technecium (^{99m}Tc), využívané u SPECT vyšetření, je jednofotonový radionuklid vyznačující se gama přeměnou, poločasem rozpadu 6,02 hodin a energií fotonů 140 keV. Pro medicínské účely jsou radionuklidy připravovány pouze uměle v jaderných reaktorech (např. ^{99}Mo , ^{131}I) nebo urychlovačích nabitých částic (např. ^{18}F , ^{111}In). Nosič představuje vždy farmakum se schopností vychytávat se v daném orgánu lidského těla. Aplikace radiofarmak probíhá intravenózně, inhalačně či perorálně. Kromě diagnostických radionuklidů využívaných ke stanovení diagnózy existují také terapeutické radionuklidy. Zmíněné radionuklidy jsou charakteristické vysokou aktivitou a slouží k léčbě především nádorového onemocnění, např. jód-131 a stroncium-89. (Kubinyi et al., 2018)

Celotělová scintigrafie skeletu a scintigrafické vyšetření ledvin patří mezi nejčastější vyšetření nukleární medicíny. Scintigrafie skeletu se zpravidla provádí na hybridních přístrojích SPECT/CT po předchozí intravenózní aplikaci radiofarmaka ^{99m}Tc -MDP (methylenidifosfát) či ^{99m}Tc -HDP (oxidronát) o aktivitě 500–1000 Mbq (dle váhy pacienta). Pacientům podstupujícím scintigrafické vyšetření ledvin se aplikuje radiofarmakum intravenózně, kde nosič je na bázi aminokarbonových kyselin (DTPA – kyselina diethylentriaminpentaacetát) s navázaným radionuklidem – techneciem (^{99m}Tc). Při pozitronových emisních tomografiích (PET) je nejrozšířenějším radiofarmakem ^{18}F -fluorodeoxyglukosa (^{18}F -FDG) využívaná pro diagnostiku nervového systému, plic, srdečního svalu, zánětů a nádorového onemocnění. V současnosti tvoří pozitronová emisní tomografie na území České republiky hybridní systémy s výpočetní tomografií (PET/CT), čímž lze získat během jednoho vyšetření anatomické (CT) i funkční (PET) informace o lidském těle. Fúze diagnostických přístrojů (SPECT/CT a PET/CT) představuje pro pacienta vyšší radiační zátěž, která při PET/CT vyšetření činí přibližně 17 mSv (PET – 7 mSv, CT – 10 mSv). Nejmodernější hybridní modalitou v nukleární diagnostice je přístroj PET s magnetickou rezonancí (PET/MR), kde magnetická rezonance nepatří mezi zdroje ionizujícího záření a nepředstavuje pro pacienty zvýšení radiační zátěže. (Koranda, 2017)

6.5 Radiační onkologie

Léčba nádorových a nenádorových onemocnění ionizujícím zářením je zajišťována radiační onkologií. Radioterapii lze klasifikovat podle polohy zdroje záření na zevní (teleterapie) a vnitřní radioterapii (brachyterapie). Na základě léčebného záměru existuje radioterapie kurativní, adjuvantní, neoadjuvantní, paliativní a nenádorová radioterapie. Cílem kurativní radioterapie je zničit rakovinné buňky a vyléčit onkologického pacienta; adjuvantní slouží k zajištění možného zbytkového onemocnění; při neoadjuvantní radioterapii je cílem zajistit zmenšení nádoru před chirurgickým výkonem; paliativní radioterapie je poskytována především onkologickým pacientům v posledním stádiu nemoci ke snížení bolesti. Nenádorová radioterapie je aplikována pacientům s degenerativním onemocněním kloubů ke snížení bolestivosti. (Hynková, Šlampa, 2012)

Ozařování pacientů se provádí moderními radioterapeutickými přístroji (lineární urychlovače, CyberKnife) a radioterapeutickými technikami zahrnující trojrozměrnou konformní radioterapii (3D-CRT), radioterapii s modulovanou intenzitou (IMRT) a stereotaktickou radiochirurgií. (Stockham et al., 2019)

Plánování radiační terapie zahrnuje stanovení přesného umístění cílového objemu v těle onkologického pacienta. Cílem je soustředit maximální dávku záření do nádoru a současně zasáhnout minimum okolních zdravých tkání. Pro plánování se používají zobrazovací technologie (výpočetní tomografie či hybridní přístroj PET/CT), které slouží k zjištění přesné informace o umístění cílového objemu nádoru včetně biologických vlastností nádorových buněk. (Fonti et al., 2019)

7 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Ochrana osob před ionizujícím zářením je regulována národními právními předpisy a evropskými nařízeními. Nejdůležitějším národním zákonem ve zkoumané oblasti je zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Dozor nad dodržováním stanovených postupů a opatření týkajících se radiační ochrany zajišťuje v České republice Státní úřad pro jadernou bezpečnost a vrcholným orgánem v mezinárodním pojetí je Mezinárodní agentura pro atomovou energii sídlící v hlavním městě Rakouska – Vídni. Radiační ochranou se zabývají i další národní a mezinárodní orgány, např. Státní ústav radiační ochrany, Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany; Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu a Evropské společenství pro atomovou energii.

Ionizující záření je již dlouhou řadu let součástí prostředí, ve kterém lidstvo žije a tvoří tedy přírodní radiační pozadí. Záření je obtížné charakterizovat, jelikož se nevyznačuje žádným specifickým zápachem ani chutí a je neviditelné. Ověření přítomnosti ionizujícího záření v prostředí se detekuje pomocí speciálních přístrojů, např. dozimetřů.

Osoby pracující na radiačních pracovištích musí být kontrolovány a po celou dobu výkonu práce monitorovány, zda nejsou vystaveny ionizujícímu záření a neobdržely dávku vyšší, než je stanoveno vyhláškou č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Monitorování je zajišťováno dozimetrickými systémy, kam se řadí termoluminiscenční dozimetr (TLD) a dozimetr založený na opticky stimulované luminiscenci (OSL). Osobní OSL dozimetry si zaměstnanci musí připevnit na stanovené referenční místo, kterým je levá strana hrudníku. Prstová dozimetrie je zajištěna termoluminiscenčním dozimetrem a je používána na oddělení nukleární medicíny, kde zaměstnanci nosí kromě OSL dozimetru i TLD dozimetr ve formě plastového prstenu. Dozimetry obsahují detekční materiál, po jehož vyhodnocení je získána hodnota odpovídající obdržené dávce za monitorované období. Na základě získaných dat lze vedením nemocnice vyhodnotit, zda je zajištěna na radiačním oddělení dostatečná ochrana před ionizujícím zářením, které lze dosáhnout třemi způsoby – časem, stíněním a vzdáleností. Mezi radiační pracoviště ve zdravotnictví patří radiodiagnostické oddělení, oddělení nukleární medicíny a oddělení radioterapie. V současnosti se jedná o velmi prosperující oblast v lékařství.

Praktická část plynule navazuje na teoretickou část diplomové práce, kde se autorka bude zabývat primárně radiodiagnostickým oddělením Nemocnice Třebíč.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 NEMOCNICE TŘEBÍČ, PŘÍSPĚVKOVÁ ORGANIZACE

Celým názvem Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace (dále jen „Nemocnice Třebíč“) je zdravotnické zařízení zřizované Krajem Vysočina od roku 2003. Nemocnice je situována na pravém břehu řeky Jihlavy v okresním městě Třebíč. Jedná se o rozsáhlý areál, tvořený řadou samostatných či vzájemně propojených budov a nachází se na adrese Purkyňovo náměstí 133/2, 674 01 Třebíč. (O nemocnici: Základní údaje, c2023)



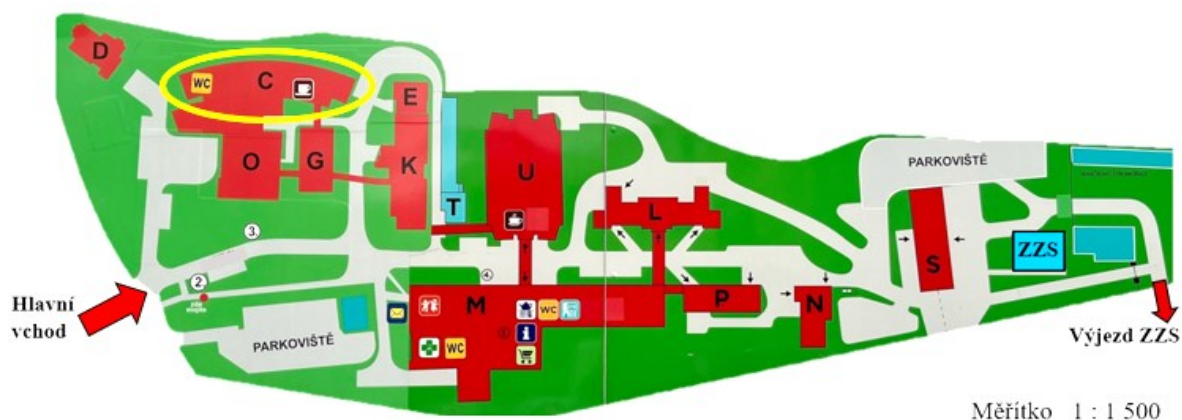
Obrázek 8 Logo Nemocnice Třebíč

Zdroj: O nemocnici, c2023

Nemocnice Třebíč čítá přibližně 1 000 zaměstnanců a patří mezi největší zaměstnavatele na Třebíčsku, včetně Jaderné elektrárny Dukovany a firem MANN+Hummel v.o.s. či FRÄNKISCHE CZ, s.r.o. (O nemocnici: Základní údaje, c2023)

Třebíčská nemocnice disponuje pouze hlavním vchodem, který návštěvníkům umožňuje vjezd a výjezd do rozlehlého areálu. Zadní vjezd do areálu byl využíván pro testování pacientů na onemocnění Covid-19 a nyní slouží pouze pro výjezd zdravotnické záchranné služby (ZZS), která má v Nemocnici Třebíč výjezdovou základnu. Výjezdová základna ZZS Kraje Vysočina se nachází na pravé straně areálu nemocnice a je podbarvena modře (Obr. 9). Skrze výjezd se výjezdová skupina ZZS okamžitě dostane na hlavní tah silnice I/23, propojující města Jindřichův Hradec a Brno. Návštěvníci mohou v areálu zaparkovat na dvou velkých parkovištích, z nichž jedno je situováno hned u hlavního vchodu a druhé se nachází až v zadní části areálu (Obr. 9). Velká parkoviště jsou doplněna menšími parkovacími plochami se třemi až pěti parkovacími místy, která jsou umístěna u jednotlivých budov nemocnice, ale na mapě areálu nejsou zaznačena.

Mapa areálu Nemocnice Třebíč (Obr. 9) je vytvořena v měřítku 1 : 1 500, jsou v ní červeně odlišeny pavilony nemocnice, světle šedou barvou zakresleny komunikace v areálu a zelená barva představuje zeleň. Žlutým oválem je zvýrazněn pavilon C, ve kterém se nachází řada ambulantní či lůžkové zdravotní péče včetně radiodiagnostického oddělení, které je blíže popsáno v následující kapitole. Recepce, lékárna, bufet s dětským koutkem, prodejna a poštovní schránka jsou situovány v přízemí pavilonu M.



Obrázek 9 Areál Nemocnice Třebíč

Zdroj: Vlastní zpracování podle Nemocnice Třebíč, 2023

Legenda k Obr. 9:

- | | |
|--------------|--|
| 1. | Recepce (Pavilon M) |
| 2. | Informační tabule |
| 3. | Platební automat |
| 4. | Rozcestník |
| Pavilon C | Chirurgie, Ortopedie, ORL, ARO, JIP, Radiodiagnostické oddělení |
| Pavilon D | Pedagogicko-psychologická poradna |
| Pavilon E, T | Energocentrum |
| Pavilon G | Léčebna dlouhodobě nemocných |
| Pavilon K | Stravovací provoz |
| Pavilon L | Centrální laboratoř, Hematologická ambulance, FN Brno odběrové středisko transfuzní stanice |
| Pavilon M | Recepce, Lékárna, Dětské a novorozenecké oddělení, Gynekologicko-porodnické oddělení, Rehabilitační oddělení |
| Pavilon N | Vedení nemocnice, ekonomický a technický úsek |
| Pavilon O | Centrální operační sály |
| Pavilon P | Patologie |
| Pavilon U | Interní ambulance, Neurologie, Oční oddělení, Společná JIP interního a neurologického oddělení |
| Pavilon S | Centrální spisovna |
| ZZS | Výjezdová základna ZZS Kraje Vysočina |

Nemocnice Třebíč za posledních deset let prošla řadou nemalých změn. Jedná se o změny personální, ale také vizuální. Pozice ředitelky nemocnice i náměstka pro ošetrovatelskou péči je již řadu let obsazena beze změny, zatímco ve funkci náměstka pro léčebnou péči se jen za rok 2023 vyměnili tři jména. Rozsáhlou vizuální změnou prošla nemocnice během let 2016–2022, kdy došlo k demolici hned několika budov v areálu a k výstavbě nových pavilonů. Rok 2017 byl pro Nemocnici Třebíč významný výstavbou nového pavilonu s označením C, kde jsou situovány chirurgické obory včetně urgentního příjmu nemocnice. Pavilon C byl uveden do provozu 2. ledna 2018 a nebyl jediný,

který se v roce 2018 Nemocnici Třebíč podařilo otevřít; byl otevřen i zrekonstruovaný pavilon G. Jednopodlažní přístavba byla dostavěna k dokončenému pavilonu C, která rozšířila radiodiagnostické oddělení o pracoviště magnetické rezonance, v létě 2019. Rok 2020 s sebou přinesl další počátek stavebních úprav. V rozmezí let 2020–2022 došlo v první etapě k výstavbě nové budovy centrálních operačních sálů a v rámci druhé etapy byly původní centrální operační sály zrekonstruovány a propojeny s přístavěnou částí. Nemocnice prošla kromě stavebních úprav v areálu v roce 2022 další významnou změnou, kdy došlo k implementaci nového nemocničního informačního systému (NIS) FONS Enterprise od společnosti STAPRO s.r.o., který byl implementován ve všech nemocnicích Kraje Vysočina. Nemocnice Třebíč se již řadu let potýká s nedostatkem lékařského i nelékařského personálu a neustále probíhá nábor nových zaměstnanců. Dlouhodobým problémem v nemocnici je také nedostatek parkovacích míst pro pacienty a zaměstnance, proto již vedení Nemocnice Třebíč společně se zřizovatelem nemocnice uskutečňuje výstavbu parkovacího domu. Plány budoucího parkovacího domu včetně vizualizace byly zveřejněny na podzim 2023. První etapu výstavby dokončila stavební firma 25. prosince 2023, během které došlo k demolici prodejny potravin v blízkosti pavilonu M a odstranění porostu. Počátkem roku 2024 se začalo pracovat na základech nového parkovacího domu. Parkovací dům by měl být dokončen na jaře 2025. Nemocnice Třebíč pořádá každoročně Dny otevřených dveří a prevence pro veřejnost, výšlapy na Pekelný kopec nedaleko Třebíče nebo koncerty k zahájení adventního období pro personál nemocnice. V Nemocnici Třebíč se zaměstnanci pravidelně účastní školení kybernetické bezpečnosti a školení měkkých cílů. V roce 2020 bylo nemocnicí pořízeno externí zařízení, které slouží pro zálohování dat, a tudíž lze kybernetickou bezpečnost nemocnice hodnotit na vysoké úrovni. Školení měkké cíle proběhlo pro zaměstnance nemocnice v dubnu 2024 s cílem seznámit personál s postupy a řešením při krizové situaci. Nemocnice Třebíč přijímá finanční dary, z kterých jsou financovány aktuálně potřebné přístroje. Mezi dárcy patří především Město Třebíč, Nadace ČEZ, okolní obce a další. (Interní dokumentace, 2024; Výroční zprávy 2017–2024, c2024)

V praktické části diplomové práce nejsou zveřejněny informace, které by mohly vést k identifikaci zaměstnanců Nemocnice Třebíč, v souladu se zákonem č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů.

9 RADIODIAGNOSTICKÉ ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ

Radiodiagnostické oddělení je nepostradatelnou součástí kteréhokoliv zdravotnického zařízení, včetně Nemocnice Třebíč, jelikož patří společně s centrálním dispečinkem sanitářů, centrální laboratoří, centrálními operačními sály, lékárnou či patologií mezi komplementární oddělení nemocnice. (Komplementární oddělení, c2023)

Oddělení je založeno na zobrazovacích technologiích, prostřednictvím kterých lze potvrdit či vyloučit širokou škálu diagnóz (např. nádorová onemocnění, fraktury kostí či nitrolební krvácení).

Radiodiagnostické oddělení třebíčské nemocnice bylo vybaveno skiagrafickým rentgenovým přístrojem, výpočetní tomografií (CT přístroj) a ultrazvukovým přístrojem před rokem 2018. Součástí oddělení byly také pojízdné rentgenové přístroje. Oddělení bylo rozděleno do dvou vzájemně nepropojených budov, kde CT přístroj se nacházel v již neexistující budově CH v těsné blízkosti urgentního příjmu. Skiagrafický rentgenový přístroj a ultrazvukový přístroj byl umístěn opodál v budově U.

Radiodiagnostické oddělení třebíčské nemocnice od ledna 2018 tvoří skiagrafický rentgenový přístroj, skiaskopický rentgenový přístroj, ultrazvukový přístroj a CT přístroj. Pojízdné rentgenové přístroje se nachází na novorozeneckém oddělení, oddělení ARO, JIP a také na centrálních operačních sálech (COS), kde jsou využívány při urologických, ortopedických či traumatologických zákrocích. V současnosti, tedy již od roku 2018, jsou umístěny veškeré radiodiagnostické přístroje ve stejném podlaží. Oddělení se nachází v pavilonu C. Přístroje byly doplněny v červenci 2019 o modernější zobrazovací technologii, magnetickou rezonanci (MR), která slouží především ke kvalitnímu vyšetření měkkých tkání lidského těla.

Personál radiodiagnostického (RDG) pracoviště tvoří radiologičtí asistenti, lékaři se zaměřením na zobrazovací metody neboli radiologové a kolektiv doplňují zdravotní sestry, případně administrativní pracovnice na pozici recepční. V čele oddělení stojí primář společně s vedoucím radiologickým asistentem a jejich zástupci.

Program monitorování, jehož povinnost vychází ze zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon, v Nemocnici Třebíč zajišťuje firma Ing. Dušan OLEJÁR se sídlem v Praze. Firma provádí měření a posuzování zdrojů rentgenového záření, přijímací zkoušky, zkoušky dlouhodobé stability, zkoušky provozní stálosti a také připravuje pracoviště ke kontrole Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (SÚJB). (OLE)

Rentgenové (RTG), CT a MR snímky jsou uchovávány na radiodiagnostickém pracovišti v obrazovém archivačním a komunikačním systému (PACS), prostřednictvím kterého lze obrazovou dokumentaci přeposílat mezi jednotlivými zdravotnickými zařízeními. V tištěné verzi se zakládá a archivuje dokumentace zahrnující externí žádanky k vyšetření, informované souhlasy k ošetření pacienta u vyšetření s kontrastními látkami i záznamy o jejich aplikaci, vyhodnocení osobních celotělových dozimetřů, záznamy o provedení přejímací zkoušky, zkoušky dlouhodobé stability, zkoušky provozní stálosti, servisní záznamy, evidence mimořádných událostí a závěrečné zprávy auditů. Osobní informace pacientů, interní žádanky, obrazová dokumentace (RTG, CT, MR snímky) a popis snímků jsou uchovávány v elektronické podobě.

Audity a kontrolní činnosti ve zdravotnictví

Oddělení nemocničních zařízení podléhají řadě kontrol, které probíhají ve formě pravidelných auditů a kontrolních činností. Existuje několik druhů auditů, které podstupuje i radiodiagnostické oddělení. Radiologický audit je prováděn pouze na pracovištích se zdroji ionizujícího záření v intervalu jednou ročně. Během auditu jsou odpovědnými osobami kontrolovány nové i stávající radiologické přístroje, dokumentace a opatření související se zajišťováním radiační ochrany. Kontrolní činnost Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) je prováděna vždy jednou za dva roky a podléhá jí pouze radiodiagnostické oddělení v Nemocnici Třebíč. Poslední kontrolní činnost SÚJB proběhla v roce 2022, následující proběhne v roce 2024. Klinické audity se dělí na externí (vnější) a interní (vnitřní) audit. Externí klinický audit se koná jednou za pět let, kdy kontrolu dokumentace a organizaci oddělení hodnotí externí pracovníci z jiných zdravotnických zařízení. Následující audit je naplánován na červen 2024. Interní klinický audit probíhá jednou ročně a jednotlivá oddělení hodnotí pracovníci jiného oddělení nemocnice. Radiodiagnostické oddělení se odlišuje kvůli specifikům (přítomnost zdroje ionizujícího záření), a proto je interní klinický audit vykonáván manažerem kvality Nemocnice Třebíč, který hodnotí dodržování vnitřních předpisů a pravidelné aktualizace dokumentace. Hygienická kontrolní činnost slouží k hodnocení dodržování opatření a podmínek zajišťujících omezení přenosu infekčního onemocnění v nemocničních zařízeních. Činnost zahrnuje kontrolu hygieny rukou, dezinfekci povrchů, používání osobních ochranných pracovních pomůcek, manipulace s infekčním materiálem a zdravotnickým odpadem. Všechny audity a kontrolní činnosti jsou zhodnoceny odpovědnými osobami do závěrečné zprávy, kterou vedoucí jednotlivých oddělení archivují. (Interní dokumentace Nemocnice Třebíč, 2024)

9.1 Přístrojové vybavení radiodiagnostického oddělení

Základní informace týkající se jednotlivých technologií se zdroji ionizujícího záření, využívaných na oddělení zobrazovacích metod, musí být uvedeny v místních radiologických standardech (MRS) na každém radiologickém oddělení zdravotnického zařízení. Místní radiologické standardy jsou vypracovány pro skiagrafický rentgenový přístroj, pro pojízdné rentgenové přístroje a samostatný dokument pro CT přístroj. Ultrazvukový přístroj a magnetická rezonance nevyužívá ionizující záření, a proto nejsou pro zmíněná zařízení vypracovány místní radiologické standardy.

Skiagrafický rentgenový přístroj

Přístroj, který je definován jako stacionární skiagrafické zařízení, je jedním ze zobrazovacích technologií na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč. Jedná se o model YSIO poskytnutý výrobcem Siemens Healthcare s rokem výroby 2017 (Obr. 10). Přístroj se skládá z vertigrafu (pro vyšetření stojícího pacienta), vyšetřovacího stolu (pro vyšetření pacienta vsedě či vleže), v nichž je uložen detektor ionizujícího záření, a dále z rentgenové lampy umístěné na stropním závěsu. Denní průměr pacientů vyšetřených pomocí skiagrafického přístroje se pohybuje přibližně dvě stě padesát osob, zatímco v období letních prázdnin je počet pacientů obvykle nižší z důvodu omezení provozu ambulancí. (Místní radiologické standardy – radiodiagnostika, 2021)

Výpočetní tomografie (CT přístroj)

Nemocnice Třebíč vybavila radiodiagnostické oddělení novým počítačovým tomografem neboli CT přístrojem, který byl koupen v roce 2018 od společnosti GE Medical Systems (Obr. 10). Model REVOLUTION EVO s rokem výroby 2017 je tvořen gantry, rentgenkou a generátorem. Na přístroji se vyšetřují předem objednaní ambulantní či hospitalizovaní pacienti nemocnice a akutně pacienti z urgentního příjmu. Kapacita vyšetření na CT přístroji se liší v závislosti na složitosti, době přípravy a samotného provedení vyšetření. Průměrný počet pacientů vyšetřených denně na výpočetní tomografii činí třicet osob. Vyšetření lze provést nativně (bez použití kontrastní látky) či za použití převážně jodové kontrastní látky s předem podepsaným souhlasem a vyloučenými alergiemi na jód. Výpočetní tomografii obsluhuje radiologický asistent; při manipulaci s pacientem a při podání kontrastní látky asistují zdravotní sestry za přítomnosti lékaře. (Místní radiologické standardy – radiodiagnostika, 2021)

Ultrazvukový přístroj

Ultrazvukový přístroj využívá vysokofrekvenční ultrazvukové vlny k vytvoření obrazu vnitřních struktur těla. Ultrazvukové vlny vznikají pomocí piezoelektrických krystalů umístěných v sondě. Sonda je zdrojem ultrazvukových vln a současně detektorem vln odražených od tkání v těle, z nichž je vytvořen obraz v reálném čase. Radiologové třebíčské nemocnice začali vyšetřovat pacienty od června 2023 na novém modelu ultrazvukového přístroje APLIO A od výrobce Canon (Obr. 10). Pomocí ultrazvukového přístroje se nejčastěji vyšetřuje dutina břišní a cévní řečiště. Ultrazvukové vyšetření (ultrasonografii) podstoupí průměrně třicet pacientů denně dle vedených statistik na oddělení nemocnice. (Modernizace přístrojového vybavení a technologií v Nemocnici Třebíč)



Obrázek 10 Radiodiagnostické přístroje – A) Skiografický rentgenový přístroj;
B) CT přístroj; C) Ultrazvukový přístroj

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Magnetická rezonance

Magnetická rezonance (MR) funguje na principu využití silného magnetického pole a elektromagnetické vlny. Vyšetření magnetickou rezonancí probíhá vleže v tunelu a pacienti jsou na vyšetřovanou oblast přikládány radiofrekvenční cívky. Magnetickou rezonancí modelu MAGNETOM Aera se silou magnetického pole 1,5 Tesla pořídila Nemocnice Třebíč od výrobce Siemens Healthcare, stejně jako rentgenové přístroje. Důležité je klást důraz při MR vyšetření na zjištění přítomnosti feromagnetických kovových předmětů v těle pacienta či jeho blízkosti a vyloučit možné kontraindikace (nekompatibilní kardiostimulátor, první trimestr těhotenství a další). Denně je na oddělení radiodiagnostiky vyšetřeno magnetickou rezonancí patnáct osob. (Vyšetření magnetickou rezonancí, 2021)

9.2 Personální zabezpečení radiodiagnostického oddělení

Radiodiagnostické oddělení se jednoznačně neobejde bez přítomnosti radiologických asistentů, kteří vykonávají diagnostická vyšetření (RTG, CT a MR vyšetření). V rámci nemocnice jsou součástí také lékaři se specializací v oboru radiologie a zobrazovacích metod, provádějící skiaskopické výkony či ultrazvuková vyšetření, a dále zdravotní sestry, které asistují lékařům a radiologickým asistentům.

Součástí větších ambulantních středisek neboli poliklinik často taktéž bývají rentgenové snímkovny, které mohou fungovat i bez přítomnosti radiologů, ale nikoliv radiologických asistentů.

Hlavní náplň práce lékařů – radiologů je popis RTG, CT, MR snímků a provedení ultrazvukových či skiaskopických vyšetření. Zmíněné činnosti smí lékař provádět v případě úspěšně vykonané atestační zkoušky; pokud lékař nemá atestaci z oboru radiologie, musí být u výkonu kontrolován již atestovaným lékařem a u popisů rentgenových snímků je nutné provést tzv. druhé čtení atestovaným lékařem. Zdravotní sestry asistují lékařům při vyšetření výpočetní tomografií a ultrazvukovým přístrojem, zajišťují přípravu pacientů před vyšetřením a aplikují kontrastní látky.

Pohlaví zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Personál radiodiagnostického oddělení zastupují ženy i muži. Na oddělení pracovalo ve stanoveném období celkem 18 zaměstnanců, u kterých docházelo k pravidelnému vyhodnocení celotělových dozimetrů. Zastoupení jednotlivých pohlaví personálu (Tab. 1) bylo vyhodnoceno početně i procentuálně.

Tabulka 1 Pohlaví zaměstnanců

Pohlaví	Počet zaměstnanců	Procentuální zastoupení (%)
Žena	13	72
Muž	5	28

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Kolektiv radiodiagnostického oddělení tvoří ze 72 % osoby ženského pohlaví v celkovém počtu třináct žen. Jedná se o sedm radiologických asistentek (39 %), čtyři lékařky (22 %) a dvě zdravotní sestry (11 %). Kolektiv doplňuje pět mužů. Muži představují 28 % RDG oddělení a jedná se o tři radiologické asistenty (17 %) a dva lékaře (11 %). Podle zjištěných dat převažují na oddělení jednoznačně zaměstnanci ženského pohlaví.

Věkové zastoupení zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Věkové zastoupení zaměstnanců radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč, které bylo stanoveno na základě věkových rozmezí rozdělených do osmi kategorií se stanoveným počátkem 24 let (Tab. 2). Věk zaměstnanců radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč byl zjištěn k 31. prosinci 2023.

Tabulka 2 Věkové zastoupení zaměstnanců

Věk	Počet zaměstnanců	Procentuální zastoupení (%)	Pracovní pozice
24–30	3	17	Radiologičtí asistenti
31–35	1	5,5	Lékař
36–40	1	5,5	Radiologický asistent
41–45	2	11	Lékaři
46–50	5	28	Radiologičtí asistenti
51–55	2	11	Radiologický asistent, zdravotní sestra
56–60	2	11	Lékaři
61+	2	11	Lékař, zdravotní sestra

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Největší podíl zaměstnanců (28 %) na zkoumaném radiodiagnostickém oddělení představují zaměstnanci, kteří se narodili mezi lety 1973 až 1977 a jedná se o radiologické asistenty. Druhou nejvíce zastoupenou věkovou kategorií na radiodiagnostickém oddělení tvoří jedinci narození během let 1993 až 1999, kteří tvoří 17 % kolektivu. Druhou nejpočetnější věkovou kategorií zastupují opět pouze pracovníci na pozici radiologický asistent. Nejmladšímu zaměstnanci (radiologický asistent) je 28 let a nejstarší zaměstnanec na pozici lékař – radiolog oslavil 71 let v roce 2023.

Pracovní pozice zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Provoz radiodiagnostického oddělení trebičské nemocnice zabezpečují tři typy pracovních pozic, mezi které se řadí radiologický asistent, lékař – radiolog a zdravotní sestra (Tab. 3). Zaměstnanci oddělení byli na základě získaných dat rozděleni do tří zmíněných pracovních pozic.

Tabulka 3 Pracovní pozice zaměstnanců

Pracovní pozice	Počet zaměstnanců	Procentuální zastoupení (%)
Radiologický asistent	10	56
Lékař – radiolog	6	33
Zdravotní sestra	2	11

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Největší část kolektivu představují radiologičtí asistenti (56 %). Třebíčské radiodiagnostické oddělení má pouze dvě zdravotní sestry, které tvoří 11 % personálu oddělení. V případě nemoci či dovolené pozici zdravotní sestry musí zastoupit radiologický asistent. Zbýlých 33 % zaměstnanců oddělení jsou lékaři – radiologové.

Lékaři – radiologové pracují standardně v osmihodinových směnách, které jsou několikrát do měsíce doplněny čtyřadvacetihodinovou směnou. Zdravotní sestry na RDG oddělení trebičské nemocnice pracují výhradně v osmihodinových směnách a radiologičtí asistenti jsou povinni pracovat v osmihodinových směnách, ale i ve směnách trvajících dvanáct hodin nebo dvacet čtyři hodin.

Vzdělání zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Nemocnice uzavírá pracovní vztah s personálem pouze v případě splnění veškerých požadavků pro výkon dané pracovní pozice. Jedním ze zásadních kritérií je dosažené vzdělání osoby (Tab. 4), obzvláště pro výkon práce na radiologických pracovištích.

Tabulka 4 Vzdělání zaměstnanců

Dosažené vzdělání	Počet zaměstnanců	Procentuální zastoupení (%)
Střední zdravotnická škola	2	11
Nástavbové studium s maturitou	5	28
Vyšší odborná škola (DiS.)	–	–
Vysoká škola (Bc.)	5	28
Vysoká škola (MUDr.)	6	33

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Obě zdravotní sestry zaměstnané na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč mají vystudovanou střední zdravotnickou školu.

Studium v oboru radiologický asistent prošlo za posledních dvacet let výraznými změnami. Pro výkon radiologického asistenta stačilo dříve úspěšně dokončit dvouleté nástavbové studium ukončené maturitní zkouškou bez udělení titulu. Následně byl obor radiologický asistent vyučován na vyšších odborných školách, kde bylo studium ukončeno odbornými zkouškami včetně udělení titulu DiS. (diplomovaný specialista). Aktuálně lze obor radiologický asistent vystudovat pouze jako vysokoškolský obor na specializovaných fakultách českých univerzit a absolventovi je udělen po státních závěrečných zkouškách titul Bc. (bakalář). Personální oddělení přijímá na pozici lékař – radiolog osoby, které úspěšně dokončily vysokoškolské studium s titulem MUDr. na jedné z lékařských fakult. Analýza současné situace na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč prokázala přítomnost šesti lékařů s titulem MUDr., pěti radiologických asistentů s nástavbovým studiem a pěti radiologických asistentů s vysokoškolským titulem bakalář.

Lékařské prohlídky zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Pracovnělékařských prohlídek existuje celkem pět druhů, které zaměstnanec může podstoupit (vstupní, výstupní, periodická, mimořádná a prohlídka po skončení rizikové práce neboli následná). Vstupní lékařskou prohlídku musí osoba podstoupit při nástupu do zaměstnání, na jejímž výsledku je posuzováno, zda je osoba zdravotně způsobilá k výkonu práce na danou pozici. Při ukončení pracovního poměru je zaměstnanec povinen podstoupit prohlídku tzv. výstupní. Zaměstnanci radiodiagnostického oddělení musí podstupovat jednou ročně periodickou pracovnělékařskou prohlídku u smluvního lékaře stanoveného zaměstnavatelem. Posuzované osobě je při pracovnělékařské prohlídce proveden jedenkrát za dva roky odběr krve a její laboratorní rozbor, každoročně se provádí laboratorní rozbor ranní moči, změření krevního tlaku, kontrola váhy a výšky posuzované osoby a následně probíhá fyzikální vyšetření u smluvního lékaře, zahrnující poslech, pohmat, pohled a poklep. Důležitým podkladem k vyšetření je výpis ze zdravotní karty, který posuzované osobě vydá praktický lékař na vyžádání. Poskytovatel pracovnělékařských služeb vydává lékařské posudky, které jsou zhotoveny ve třech kopiích s tím, že jsou evidovány u smluvního lékaře, na personálním oddělení a u vedoucího oddělení, kde posuzovaná osoba vykonává práci. Na lékařském posudku o zdravotní způsobilosti k práci musí být uvedeny identifikační údaje zaměstnavatele, posuzované osoby, posudkový závěr (zdravotně způsobilý/nezpůsobilý) a podpis. (Vyhláška č. 79/2013 Sb., o provedení některých ustanovení zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, (vyhláška o pracovnělékařských službách a některých druzích posudkové péče), 2013)

Školení zaměstnanců radiodiagnostického oddělení

Školení zaměstnanců Nemocnice Třebíč probíhá on-line prostřednictvím Vzdělávacího portálu Kraje Vysočina, které je vždy přezkoušeno ve formě testu, a po úspěšném složení testu obdrží zaměstnanec certifikát. Zaměstnanci nemocnice podstupují pravidelně jednou ročně školení v oblasti požární ochrany, hygienické dezinfekce rukou, bezpečnosti práce a ochrany zdraví při práci (BOZP) pro zaměstnance. Personál radiodiagnostického oddělení pracuje s ionizujícím zářením, a proto musí být navíc školen i v oblasti radiační ochrany. Zaměstnanci jsou proškoleni o pravidlech a opatřeních při výkonu práce se zdroji ionizujícího záření, jak postupovat při vzniku mimořádné radiační situace, dále je součástí seznámení s interní dokumentací a obsahem vnitřního havarijního plánu. Radiační personál při testování znalostí vybírá z nabídnutých odpovědí, kde správná odpověď je pouze jedna. Vzorová kontrolní otázka na lékařské ozáření (Obr. 11) byla součástí testu po absolvování školení radiační ochrany v červnu 2023. Správnou odpovědí na otázku je odpověď a. (označena tmavě). (Vzdělávací portál Kraje Vysočina, c2002–2023)

Lékařské ozáření je:

Vyberte jednu z nabízených možností:

- a. Zdůvodněno zdravotním přínosem pro pacienta.
- b. Provedeno, požádá-li o to pacient.
- c. Provedeno i bez odůvodnění.

Obrázek 11 Vzorová testová otázka

Zdroj: Školení radiační ochrany, c2002–2023

Kontrolní otázky jsou vyhodnoceny automaticky systémem po ukončení testu. Školení radiační ochrany je úspěšně ukončeno až v momentě, kdy zaměstnanec uspěl v testu minimálně na 80 %.

9.3 Náklady na provoz radiodiagnostického oddělení

Specifické náklady spojené s provozem radiodiagnostického oddělení zahrnují vykonávání služeb, jejichž povinnost vychází ze zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon. Podle § 9 odst. 2 písm. h) zákona č. 263/2016 Sb., atomový zákon se jedná o služby osobní dozimetrie včetně stanovení osobních dávek pracovníků a zajištění soustavného dohledu nad radiační ochranou. Neopomenutelnou součástí položek jsou kontrastní přípravky a medikamenty nutné k diagnostickým vyšetřením pomocí zobrazovacích technologií.

Finanční náklady zdravotnického zařízení eviduje ekonomický úsek Nemocnice Třebíč. Na základě spolupráce s ekonomickým náměstkem trebičské nemocnice byly autorce poskytnuty podstatné údaje datované od roku 2018, po předchozím schválení sběru dat vedením nemocnice (Příloha II). Informace, zahrnující finanční částky uvedené na následujících stranách práce, byly zpracovány na základě faktur poskytnutých Nemocnicí Třebíč.

Služby osobní dozimetrie (VF, a.s.)

Firma VF, a.s. účtovala v roce 2022 za měsíční vyhodnocení jednoho dozimetru založeného na opticky stimulované luminiscenci (OSL) 88 Kč a za kvartální vyhodnocení OSL dozimetru se jednalo o částku 120 Kč. V případě ztráty dozimetru společnost účtovala poplatek 300 Kč. Na počátku roku 2023 došlo ke zdražení služeb osobní dozimetrie o více než 60 %. Za vyhodnocení OSL dozimetru za měsíc činí částka 160 Kč, za vyhodnocení OSL dozimetru za kvartál se jedná o částku 200 Kč a za ztrátu dozimetru je nemocnicím aktuálně účtován poplatek 800 Kč. Kvartální vyhodnocení probíhá vždy od listopadu předešlého kalendářního roku do ledna roku následujícího a následně každé tři po sobě jdoucí měsíce (únor–duben, květen–červenec, srpen–říjen, listopad–leden). Zdravotnickým zařízením je účtováno vyhodnocení OSL dozimetrů v laboratořích společnosti VF, a.s., neboli výkonu služby osobní dozimetrie, i poštovné za zaslání výsledků a nových OSL dozimetrů pro pracovníky.

Dozimetry používané zaměstnanci na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč vyhodnocuje firma VF, a.s. pravidelně v jednoměsíčních intervalech. Dozimetry je vybaven také personál na centrálních operačních sálech, který je přítomen u operačních zákroků s využitím C-ramen. Jedná se průměrně o osmdesát OSL dozimetrů vyhodnocovaných pouze kvartálně. Počet dozimetrů využívaných na centrálních operačních sálech je každý měsíc odlišný. Důvodem je odchod osob či příchod nového personálu. Ze stejného důvodu se mírně liší i počty vyhodnocovaných osobních OSL dozimetrů na RDG oddělení. Třebíčské radiologické oddělení nemocnice nebylo výjimkou a v červenci 2021 došlo i zde ke ztrátě jednoho OSL dozimetru, kdy bylo nutné zaplatit poplatek ve výši 300 Kč.

Roční částka, která byla hrazena společností VF, a.s. před zdražením služeb činila přibližně 70 500 Kč (rok 2018), po zdražení přibližně 133 000 Kč (rok 2023) (Příloha VI).

Soustavný dohled nad radiační ochranou (Ing. Dušan OLEJÁR)

Soustavný dohled nad radiační ochranou pro oblast radiodiagnostiky v Nemocnici Třebíč zprostředkovává firma Ing. Dušan OLEJÁR (Ing. Dušan Olejár, c1996–2023). Jedná se o čtvrtletní činnost účtovanou nemocnici v hodnotě 3 267 Kč. Náplní práce je vyhodnocení výpisů z osobní dozimetrie, přítomnost při kontrole Státního úřadu pro jadernou bezpečnost SÚJB či spolupráce při interním klinickém auditu pracoviště. Dohled nad radiační ochranou za rok činí 13 068 Kč. Cena se od roku 2018 nezměnila.

Zajišťování výkonu radiologického fyzika (Ing. Dušan OLEJÁR)

Činnosti, které na radiologických pracovištích vykonává radiologický fyzik, zajišťuje Nemocnici Třebíč taktéž firma Ing. Dušan OLEJÁR. Za posledních několik let nedošlo ze strany firmy ke zdražení služeb. Již před rokem 2018 bylo a stále je nemocnici za činnost radiologického fyzika měsíčně účtováno 4 719 Kč. Zajištění radiologického fyzika vyjde Nemocnici Třebíč na 56 628 Kč. Cena se od roku 2018 nezměnila.

Zkoušky provozní stálosti a zkoušky dlouhodobé stability (Ing. Dušan OLEJÁR)

Firma Ing. Dušan OLEJÁR provádí i přijímací zkoušky, zkoušky dlouhodobé stability, zkoušky provozní stálosti či monitorování pracoviště. Na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč se provádí zkoušky provozní stálosti pro rentgenové zařízení YSIO, CT přístroj a pojezdné RTG přístroje (MIRA MAX, OEC7700, OEC Fluorostar, OEC ONE, TMX). Zkoušky dlouhodobé stability se provádí u skiaskopických mobilních C-ramen, skiagrafičkových mobilních rentgenových přístrojů, rentgenových přístrojů a CT přístroje. Ročně se částka pohybuje v rozmezí 30 000 až 40 000 Kč za zkoušky dlouhodobé stability. Zkoušky provozní stálosti jsou nákladnější – roční celková částka činí téměř 70 000 Kč. Ceny se od roku 2018 nezměnily, roční částka se odvíjí na počtu provedených zkoušek dlouhodobé stability a zkoušek provozní stálosti na radiologickém pracovišti.

Veškeré výše uvedené činnosti jsou hrazeny ekonomickým oddělením Nemocnice Třebíč (Příloha V a Příloha VI).

Kontrastní látky

Kontrastní látky jsou pro radiodiagnostické oddělení Nemocnice Třebíč zabezpečovány prostřednictvím Ústavní lékárny Nemocnice Třebíč. Dalšími medikamenty používanými na radiodiagnostickém oddělení jsou Buscopan (k uvolnění hladkého svalstva), Polaris gel (při ultrazvukových vyšetřeních), Marcaine a Mesocain (lokální anestetikum),

Torecan (antiemetikum – přípravek potlačující zvracení), Dexamed (látka pro akutní alergické stavy) či fyziologický roztok.

Seznam kontrastních látek používaných při vyšetřeních výpočetní tomografií (CT) a magnetickou rezonancí (MR) obsahuje informace o objemu a ceně za jedno balení účtované lékárnou (Tab. 5). Níže uvedené ceny kontrastních látek včetně DPH jsou platné k 31. prosinci 2023.

Tabulka 5 Ceny kontrastních látek

Název	Přístroj	Objem (ml)	Částka (Kč)	1 ml / Kč
<i>Micropaque 50 mg/ml</i>	CT	2 000	719,88	0,36
<i>Optiray 300 mg/ml</i>	CT	50	456,73	9,13
<i>Iomeron 300 mg/ml</i>	CT	20	189,09	9,45
<i>Iomeron 400 mg/ml</i>	CT	100	974,41	9,74
<i>Prohance 279,3 mg/ml stř.</i>	MR	17	1 223,86	71,99
<i>Prohance 279,3 mg/ml</i>	MR	10	850,18	85,02
<i>Primovist 0,25 mmol/ml</i>	MR	10	3 467,42	346,74

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2024

Autorkou byl proveden přepočet, kolik stojí jeden mililitr (ml) kontrastní látky a podle vypočtených dat je jednoznačné, že náklady za kontrastní látky využívané při magnetické rezonanci jsou značně vyšší než náklady za látky u CT vyšetření.

Na radiodiagnostických pracovištích, jako je i oddělení v Nemocnici Třebíč, se používají neradioaktivní kontrastní látky při CT a MR vyšetřeních, které slouží u vyšetření ke zvýraznění tkání lidského těla. Při vyšetřeních CT přístrojem se jedná nejčastěji o ionogenní kontrastní látku *Iomeron 300 mg/ml* nebo *Iomeron 400 mg/ml* a jde o látku aplikovanou do krevního řečiště, na kterou se vyskytují u řady pacientů alergické reakce. Existuje také neionogenní kontrastní látka – *Optiray 300 mg/ml*. Pro rentgenovou diagnostiku trávicího traktu pod CT kontrolou se používá gastroenterální suspenze *Micropaque 50 mg/ml*. Kontrastními látkami u vyšetřeních magnetickou rezonancí jsou paramagnetické látky, mezi které se řadí *Prohance 279,3 mg/ml* či *Primovist 0,25 mmol/ml*. Detailní informace o přípravcích jsou vedeny v databázi Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL) a pro každý léčivý přípravek je vytvořen souhrn údajů o přípravku.

Roční náklady radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč

Veškeré náklady týkající se provozu radiodiagnostického oddělení trebičské nemocnice jsou evidovány na ekonomickém oddělení. Částky zahrnují veškeré položky od spotřeby materiálu a energie, předchozí uvedené specifické náklady, revize, opravy, mzdy až po některé nové přístroje, které nemocnice hradí z vlastních finančních zdrojů, ačkoliv většina přístrojů je hrazena z dotací nebo finančních darů.

Tabulka 6 Roční náklady radiodiagnostického oddělení v letech 2018–2023

Rok	Celková částka (Kč)
2018	32 956 205
2019	33 818 607
2020	42 352 775
2021	46 632 075
2022	46 743 468
2023	52 257 722

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2024

Celkové roční náklady komplementárního oddělení za období 2018–2023 jsou uvedeny bez upřesnění dílčích položek (Tab. 6), jelikož souhrnná částka obsahuje i citlivé údaje, např. mzdy zaměstnanců, které nelze zveřejnit.

Provoz komplementárního oddělení je na základě získaných dat od ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč v posledních letech prokazatelně finančně náročnější. Roční náklady na provoz radiodiagnostického oddělení v letech 2020–2023 prokazují nárůst oproti rokům 2018 a 2019. Zlomovým rokem, kdy došlo ke značnému navýšení nákladů, byl rok 2020. Náklady se navýšily oproti roku 2019 až o osm a půl milionu korun (nárůst o 25 %). Důvodem navýšení nákladů bylo zahájení provozu magnetické rezonance, kde jsou vysoce nákladné příslušné kontrastní látky. Dalším důvodem prudkého nárůstu byla, podle ekonomického náměstka nemocnice, také pandemie COVID-19, jež měla za následek výrazné zdražování energie, zdravotnického materiálu včetně pořizování osobních ochranných pracovních pomůcek (respirátory, ochranné štíty, ochranné kombinézy, návleky na obuv a další), které byly velmi nákladné. Částka za rok 2023 činí 52 257 722 Kč, což představuje další navýšení, a to o 12 % oproti předchozímu roku 2022.

Ceník radiodiagnostických vyšetření

Vyšetření prováděné na radiodiagnostickém oddělení je hrazeno zdravotními pojišťovnami, u nichž jsou jednotliví občané České republiky pojištěni. Cizinci, kteří si nezajistili zdravotní pojištění před příjezdem na území České republiky jsou samoplátcí – pokud je cizinci poskytnuta neodkladná zdravotní péče, je povinen hradit náklady za nemocniční péči z vlastních finančních zdrojů. Nemocnice Třebíč má uzavřené smlouvy se všemi zdravotními pojišťovnami České republiky, jedná se např. o Všeobecnou zdravotní pojišťovnu, Vojenskou zdravotní pojišťovnu, Českou průmyslovou zdravotní pojišťovnu, Zdravotní pojišťovnu ministerstva vnitra ČR a další. (Zdravotní pojišťovny, 2020)

Výkony jsou rozděleny podle diagnostických přístrojů a současně seřazeny vzestupně dle finanční náročnosti. (Tab. 7 a Tab. 8).

Tabulka 7 Ceník vyšetření prováděných na radiodiagnostickém oddělení – 1. část

Skiagrafické rentgenové vyšetření	Kč
RTG pánve nebo kyčelního kloubu	199
RTG prstů a záprstních kůstek ruky nebo nohy	242
RTG krku a krční páteře	
RTG lebky (přehledné snímky)	252
RTG křížové kosti a SI kloubů	
RTG hrudníku (plic)	264
RTG ramenního kloubu (lopatka, klíční kost)	306
RTG kostí a kloubů končetin (bérec, hlezno, loket, humerus, koleno, zápěstí)	338
RTG žeber a sterna	
RTG lebky (speciální snímky – RTG paranasálních dutin)	
RTG břicha	340
RTG hrudní nebo bederní páteře	568

Zdroj: Vlastní zpracování podle nemocničního informačního systému
FONS Enterprise, 2024

Finanční náklady za jednotlivá vyšetření se liší podle diagnostického přístroje a použití příslušné kontrastní látky.

Tabulka 8 Ceník vyšetření prováděných na radiodiagnostickém oddělení – pokračování Tab. 7, 2. část

Vyšetření výpočetní tomografií	Kč
CT vyšetření s větším počtem skenů (nad 30), bez použití kontrastní látky (mozek, krční páteř, hrudník)	1 253
CT vyšetření hlavy nebo těla nativní a kontrastní (břicho, ledviny, trup)	2 676
Vyšetření magnetickou rezonancí	
MR zobrazení hlavy, končetin, kloubu, jednoho úseku páteře (krční, hrudní, bederní)	3 084
MR zobrazení krku, hrudníku, břicha, pánve (včetně scrota a mammy)	3 146
MR angiografie mozku	3 402
Ultrazvukové vyšetření	
UZ vyšetření dvou orgánů v několika rovinách (UZ měkkých tkání)	347
UZ duplexní vyšetření jedné cévy, morfologické a dopplerovské vyšetření	496
UZ horní nebo dolní poloviny břicha	530
UZ duplexní vyšetření dvou a více cév, morfologické a dopplerovské vyšetření (UZ žil dolní končetiny)	1 427

Zdroj: Vlastní zpracování podle nemocničního informačního systému FONS Enterprise, 2024

Vyšetření jsou vykazována skrze nemocniční informační systém FONS Enterprise pod stanovenými kódy a na základě kódu jsou následně proplaceny pojišťovnou nemocnici. Projekce prováděné skiagrafičným rentgenovým přístrojem s ultrazvukovými vyšetřeními patří mezi nejméně nákladné výkony. Diagnostické výkony prováděné na CT přístroji a magnetické rezonanci jsou značně nákladnější. U obou diagnostických přístrojů je často aplikována také kontrastní látka pro zvýraznění tělních struktur, čímž dochází k navýšení nákladů za vyšetření. Navýšení částky závisí na typu kontrastní látky a jejím množství. Nejvíce používanou kontrastní látkou při CT vyšetření je Iomeron a průměrná částka se pohybuje kolem 1 000 Kč. Kontrastní látky pro MR vyšetření jsou značně nákladnější. Celkově vyšetření magnetickou rezonancí jsou nejnákladnějšími výkony RDG oddělení. Částka za aplikaci fyziologického roztoku je standardně 12 Kč.

10 ANALYTICKO-EMPIRICKÁ ČÁST RADIAČNÍ OCHRANY OSOB V NEMOCNICI TŘEBÍČ

Detekci obdržených dávek ionizujícího záření zaměstnancem zajišťují dozimetry založené na opticky stimulované luminiscenci (OSL) a jsou upevňovány na levou stranu hrudníku. Dozimetry jsou vyhodnocovány společností VF, a.s. U personálu radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč probíhá vyhodnocení vždy za jeden kalendářní měsíc. Výsledky jsou zasílány v listinné podobě během následujícího měsíce.

Efektivní dávky (E) jsou spojovány se zajištěním dostatečné ochrany před neprahovými stochastickými účinky ionizujícího záření, zatímco osobní dávkové ekvivalenty před prahovými deterministickými účinky ionizujícího záření. (Skibová, 2021)

Autorkou práce byly vypracovány dva typy tabulek (modré a zelené, význam vysvětlen níže) s nasbíranými daty. Tabulky jsou rozděleny do tří částí dle pozice zaměstnance na radiodiagnostickém pracovišti a vždy je také vypočtena průměrná roční hodnota. Průměrné roční hodnoty jsou zaokrouhleny na tisíce mSv.

Výpočet průměrných ročních hodnot efektivní dávky či osobního dávkového ekvivalentu na osobu byl proveden pomocí matematického výpočtu:

$$\frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{d} \quad (\text{Vlastní zpracování, 2023})$$

kde a_1, a_2, a_3 až a_n jsou veškeré hodnoty efektivních dávek či osobního dávkového ekvivalentu za celý kalendářní rok, které se sčítají v čitateli zlomku a d je proměnná ve jmenovateli zlomku, která představuje počet zaměstnanců jedné pracovní pozice (např. radiologický asistent). Výsledkem je průměrná roční hodnota v mSv na zaměstnance.

Hodnoty obdržených efektivních dávek E uvedených v jednotce milisievert (mSv) byly zpracovány do zelených tabulek v praktické části. V každé tabulce jsou pro lepší přehlednost zvýrazněny hodnoty překračující referenční hodnotu 0,05 mSv včetně.

Modře podbarvené tabulky v praktické části tvoří čtyři sloupce – pozice zaměstnance na radiodiagnostickém oddělení, efektivní dávka (E), osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm s označením Hp(10) a třetí hodnotou je osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 0,07 mm s označením Hp(0,07). Hodnoty uvedené v tabulce mají stejnou jednotku (mSv). (Protokol o vyhodnocení osobních dozimetrů).

10.1 Monitorování radiačního personálu Nemocnice Třebíč

Hodnoty efektivních dávek za jednotlivá monitorovací období jsou uvedeny v následujících sedmi tabulkách (Tab. 9 až Tab. 15).

Tabulka 9 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2018

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,038											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											
zdravotní sestra 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Společností VF, a.s. bylo vyhodnoceno u dvou radiologických asistentů obdržení dávky ionizujícího záření vyšší než 0,05 mSv. V sedmém měsíci roku 2018 u radiologického asistenta 02 byla vyhodnocena efektivní dávka mírně překračující referenční hodnotu 0,05 mSv, a to 0,06 mSv. Radiologický asistent 10 obdržel v květnu efektivní dávku 0,32 mSv. Radiologický asistent oddělení Nemocnice Třebíč v roce 2018 obdržel při výkonu práce roční průměrnou efektivní dávku 0,038 mSv.

Obdržená efektivní dávka u lékařů – radiologů i zdravotních sester byla vyhodnocena nižší než referenční hodnota 0,05 mSv, proto jsou uvedeny nulové hodnoty (Tab. 9).

Tabulka 10 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2019

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0,05	0	0	0	0	0	0	0,08	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,028											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0
Ø	0,017											
zdravotní sestra 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

V roce 2019 vyšla z nasbíraných dat průměrná roční dávka pro radiologického asistenta nižší oproti předchozímu roku o 0,010 mSv. Obdržená dávka $\geq 0,05$ mSv byla detekována v roce 2018 pouze u dvou radiologických asistentů, v roce 2019 byla vyhodnocena u tří z nich (radiologický asistent 04, radiologický asistent 09 a radiologický asistent 10). U radiologického asistenta 04 byla nenulová hodnota v měsíci únoru (0,05 mSv) a září (0,08 mSv). Radiologický asistent 09 obdržel efektivní dávku 0,05 mSv v lednu a radiologický asistent 10 efektivní dávku 0,10 mSv v březnu.

U lékařů – radiologů byly po vyhodnocení celotělových osobních OSL dozimetrů zjištěny efektivní dávky $\geq 0,05$ mSv pouze u dvou z nich (lékař – radiolog 03 a lékař – radiolog 06), dokonce i ve stejném kalendářní měsíci – červnu (Tab. 10). Průměrná roční efektivní dávka pro lékaře – radiologa činila 0,017 mSv. Zdravotní sestry byly vystaveny dávce záření $\leq 0,05$ mSv.

Tabulka 11 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2020

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0,05	0	0	0,09	0	0	0,09	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 05	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0,06	0,05	0	0,06
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,050											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											
zdravotní sestra 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Radiologickými asistenty radiodiagnostického oddělení třebíčské nemocnice byly v roce 2020 obdrženy vyšší efektivní dávky při výkonu práce v porovnání s předchozími roky. V roce 2020 hned dva radiologičtí asistenti obdrželi opakovaně efektivní dávky převyšující stanovenou referenční hodnotu 0,05 mSv. Radiologický asistent 02 obdržel efektivní dávku $\geq 0,05$ mSv v březnu (0,05 mSv), červnu (0,09 mSv) a září (0,09 mSv); zatímco radiologický asistent 06 byl vystaven expozici ionizujícího záření v březnu (0,05 mSv), září (0,06 mSv), říjnu (0,05 mSv) a prosinci (0,06 mSv). U obou pracovníků nedošlo k překročení hodnoty přes 0,10 mSv. U radiologického asistenta 05 v měsíci lednu byla evidována hodnota 0,05 mSv. Průměrná roční hodnota pro radiologického asistenta byla 0,050 mSv (Tab. 11).

Efektivní dávky vyšší než referenční hodnota 0,05 mSv nebyly při vyhodnocení celotělových osobních OSL dozimetřů stanoveny u lékařů – radiologů ani u zdravotních sester radiodiagnostického oddělení.

Tabulka 12 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2021

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
∅	0,018											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
∅	0,008											
zdravotní sestra 01	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
∅	0,050											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Osobní OSL dozimetry v roce 2021 zachytily u čtyř radiačních pracovníků, z celkových osmnácti zaměstnanců radiodiagnostického oddělení, efektivní dávku $\geq 0,05$ mSv. U radiologického asistenta 02 se jednalo o efektivní dávku 0,10 mSv v měsíci srpnu. Radiologický asistent 10 obdržel efektivní dávku 0,08 mSv v únoru 2021. Průměrná roční hodnota efektivní dávky pro radiologického asistenta byla 0,018 mSv.

Lékař – radiolog 02 obdržel efektivní dávku 0,05 mSv při výkonu práce v červenci 2021. Ostatní lékaři – radiologové zvládli kalendářní rok s nulovými hodnotami. Osobní OSL dozimetr zdravotní sestry 02 byl opět vyhodnocen s nulovými hodnotami, zatímco zdravotní sestra 01 obdržela efektivní dávku 0,10 mSv v srpnu 2021. Průměrná roční hodnota efektivní dávky pro lékaře – radiologa byla 0,008 mSv a pro zdravotní sestru 0,050 mSv (Tabulka 12).

Tabulka 13 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2022

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	0	0,05	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/
radiologický asistent 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0,05	0	0	0	/	/	/	/	/	/	/	/
radiologický asistent 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,010											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											
zdravotní sestra 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Dva zaměstnanci na pozici radiologický asistent odešli pracovat z radiodiagnostického oddělení na radiologická pracoviště mimo Nemocnici Třebíč během roku 2022 nezávisle na sobě. Z důvodu ukončení hlavního pracovního poměru nejsou evidována číselná data přibližně od poloviny roku u radiologického asistenta 01 a radiologického asistenta 04. Shodou okolností u zmíněných zaměstnanců došlo při vyhodnocení dozimetrů k zjištění, že oba obdrželi efektivní dávku 0,05 mSv na počátku roku 2022 (Tab. 13). Zbylý personál na pozici radiologický asistent obdržel efektivní dávku nižší, než je stanovená referenční hodnota 0,05 mSv. Průměrná roční efektivní dávka pro radiologického asistenta byla stanovena na hodnotu 0,010 mSv.

U lékařů – radiologů, taktéž i u zdravotních sester, společnost VF, a.s. vyhodnotila osobní OSL dozimetry s nulovými hodnotami efektivních dávek. Jedná se o efektivní dávky, které se nerovnjí ani nepřekračují referenční hodnotu 0,05 mSv.

Tabulka 14 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2023

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
radiologický asistent 01	/	/	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 03	/	/	/	/	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
radiologický asistent 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/	/	/
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 10	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,012											
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0											
zdravotní sestra 01	0	0	0,05	0	0,05	0,05	0	0	0	0,05	0,06	0
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ø	0,130											

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2024

Rok 2023 s sebou přinesl opět řadu personálních změn na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč. Radiologický asistent 01, který v červenci 2022 odešel pracovat na jiné radiologické pracoviště v Jihomoravském kraji, se vrátil zpět na své původní místo v květnu 2023. U radiologického asistenta 03 nejsou během prvních čtyř měsíců roku evidovány hodnoty, jelikož zaměstnanec nebyl přítomen ze zdravotních důvodů. Radiologický asistent 06 obdržel efektivní dávku 0,05 mSv v září. Radiologický asistent 07, přesněji vedoucí radiodiagnostického oddělení odešla 1. července 2023 na mateřskou dovolenou a vedoucí pozici následně převzal radiologický asistent 10, u kterého v lednu byla vyhodnocena efektivní dávka 0,06 mSv. Průměrná roční hodnota činila 0,012 mSv.

Zdravotní sestra 01, která působí na vyšetřovně s výpočetní tomografií a asistuje lékařům při radiologických výkonech (např. biopsie), obdržela dávku $\geq 0,05$ mSv hned pětkrát v roce 2023. Zdravotní sestra 02, asistující lékařům při ultrazvukových vyšetřeních, není při výkonu práce vystavena ionizujícímu záření, a tedy u ní nebyla za celou dobu sběru dat vyhodnocena efektivní dávka překračující hodnotu 0,05 mSv. Průměrná roční efektivní dávka pro lékaře – radiologa byla 0 mSv, pro zdravotní sestru 0,130 mSv (Tab. 14).

Tabulka 15 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2024

Zaměstnanec	Hodnoty E (mSv) za jednotlivá monitorovací období		
	01	02	03
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	/	/	/
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0
radiologický asistent 07	/	/	/
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0
Ø	0		
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0,06
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0,010		
zdravotní sestra 01	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0		

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2024

Začátek roku 2024 s sebou přinesl kladnou zpětnou vazbu od společnosti VF, a.s., kdy efektivní měsíční dávky u personálu radiodiagnostického oddělení byly vyhodnoceny nižší než 0,05 mSv. Jedinou výjimkou byl lékař – radiolog 05, který v březnu 2024 obdržel efektivní dávku 0,06 mSv. U radiologického asistenta 04 a radiologického asistenta 07 nejsou již ze zmíněných důvodů (mateřská dovolená a ukončení hlavního pracovního poměru) evidována data ani v roce 2024. Průměrná čtvrtletní efektivní dávka činila 0 mSv pro radiologického asistenta i zdravotní sestru, pro lékaře – radiologa 0,010 mSv.

Data byla vyhodnocena v roce 2024 pouze za první čtvrtletí (Tab. 15). Sběr dat a vyhodnocení získaných informací byl ukončen v březnu 2024.

10.2 Roční vyhodnocení dat

Atomový zákon č. 263/2016 Sb. a vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje č. 422/2016 Sb. stanovují limity obdržených dávek při výkonu práce pro radiační pracovníky. Limity obdržených dávek vychází z jednoho z principů radiační ochrany, jedná se o princip limitování. Limity pro radiační pracovníky jsou detailně uvedeny v kapitole č. 4 diplomové práce s názvem Radiační ochrana. Mezi radiační pracovníky se řadí i autorkou sledovaný personál pracující na radiodiagnostickém oddělení třebičské nemocnice.

Data, která vyhodnocuje společnost VF, a.s. z osobních dozimetrů jsou efektivními dávkami ze zevního ozáření za jeden kalendářní měsíc, ale také vyhodnocuje osobní dávkové ekvivalenty ve dvou odlišných hloubkách tkáně taktéž za stejné časové období – kalendářní měsíc. Limity pro radiační pracovníky jsou ze zákona stanoveny za jeden kalendářní rok či za pět po sobě jdoucích let. V případě součtu efektivních dávek ze zevního ozáření jde o limit 20 mSv za kalendářní rok či 100 mSv za pět let. Osobní dávkové ekvivalenty jsou měřeny vždy v hloubce tkáně 0,07 mm s ročním limitem 500 mSv a v hloubce tkáně 10 mm je stanoven limit 20 mSv/rok.

V praktické části diplomové práce si autorka stanovila za dílčí cíl vyhodnotit, zda u jednotlivých zaměstnanců radiodiagnostického oddělení nedošlo k překročení stanovených limitů pro radiační pracovníky včetně odvozených limitů. Data byla zpracována, pro lepší přehlednost, do tabulek. Data byla následně vyhodnocena – jedná se o vyhodnocení součtu efektivních dávek ze zevního záření, osobních dávkových ekvivalentů v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm a 0,07 mm za jednotlivé sledované roky u radiologických asistentů, lékařů – radiologů a zdravotních sester. Hodnoty v tabulkách jsou uvedeny v jednotce milisievert (mSv).

Souhrnné vyhodnocení obdržených dávek za uplynulý rok zpracovává společnost VF, a.s. a probíhá standardně v prvním čtvrtletí následujícího roku. Roční vyhodnocení dávek zaměstnanců radiodiagnostického oddělení je zpracované za roky 2018–2023, rok 2024 není souhrnně vyhodnocen (Tab. 16 až Tab. 21).

Vyhodnocení roku 2018

Tabulka 16 Roční hodnoty za rok 2018

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2018		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0,06	0,06	0
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0,32	0,32	0,30
Ø	0,038	0,038	0,030
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0	0	0
zdravotní sestra 01	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Nenulové efektivní dávky byly vyhodnoceny z osobních OSL dozimetřů v roce 2018 pouze u dvou radiologických asistentů (Tab. 16). Radiologický asistent 02 za celý rok obdržel celkem efektivní dávku 0,06 mSv. U radiologického asistenta 10 činí roční součet efektivních dávek 0,32 mSv/rok. Ani u jednoho člena kolektivu součet efektivních dávek ze zevního ozáření v roce 2018 nepřekročilo limit 20 mSv/rok.

Osobní dávkové ekvivalenty u radiologického asistenta 02 byly stanoveny v hloubce 10 mm na 0,06 mSv, zatímco v hloubce 0,07 mm s hodnotou 0 mSv. Radiologický asistent 10 obdržel osobní dávkový ekvivalent v hloubce tkáně 10 mm 0,32 mSv, v hloubce 0,07 mm je hodnota o 0,02 mSv nižší (0,30 mSv). Odvozené limity nebyly ani u jednoho ze zmíněných zaměstnanců překročeny. U ostatních zaměstnanců byly hodnoty nulové u všech veličin.

Vyhodnocení roku 2019

Tabulka 17 Roční hodnoty za rok 2019

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2019		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0,13	0,14	0,15
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0,05	0,05	0,05
radiologický asistent 10	0,10	0,10	0,10
Ø	0,028	0,029	0,030
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0,05	0,05	0,05
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0,05	0,05	0,05
Ø	0,017	0,017	0,017
zdravotní sestra 01	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

První sloupec ročních hodnot vyjadřuje součet efektivních dávek ze zevního ozáření za rok 2019 u jednotlivých zaměstnanců třebešské nemocnice. Nejvyšší hodnotu efektivní dávky obdržel radiologický asistent 04, která činí 0,13 mSv/rok, a tedy nedošlo k překročení limitu pro radiační pracovníky 20 mSv/rok. Ostatní zaměstnanci radiodiagnostického oddělení obdrželi nižší celkovou roční efektivní dávku ze zevního ozáření (Tab. 17).

Osobní dávkové ekvivalenty v hloubce 10 mm tkáně 0,14 mSv a v hloubce 0,07 mm tkáně 0,15 mSv byly vyhodnoceny u radiologického asistenta 04. U Hp(10) je limit 20 mSv/rok a u Hp(0,07) se jedná o limit 500 mSv/rok, přičemž ani u jednoho z nich nedošlo k překročení.

Vyhodnocení roku 2020

Tabulka 18 Roční hodnoty za rok 2020

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2020		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0,23	0,26	0,26
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0
radiologický asistent 05	0,05	0,05	0,05
radiologický asistent 06	0,22	0,26	0,26
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0
Ø	0,050	0,057	0,057
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0	0	0
zdravotní sestra 01	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Radiační personál třebovské nemocnice obdržel v roce 2020 vyšší hodnoty efektivních dávek ze zevního ozáření než v předchozích dvou letech (2018 a 2019). Průměrná roční efektivní dávka E činí 0,050 mSv na radiologického asistenta, což představuje nejvyšší hodnotu za celé období výzkumu (Tab. 18). Radiologický asistent 02 obdržel ze všech zaměstnanců nejvyšší efektivní dávku v roce 2020 (0,23 mSv/rok), která však nepřekračuje stanovené limity pro radiační pracovníky.

Osobní dávkový ekvivalent v hloubkách 10 mm a 0,07 mm u radiologických asistentů 02 a 06 byl stanoven na 0,26 mSv. U lékařů – radiologů a zdravotních sester společnost VF, a.s. vyhodnotila z osobních OSL dozimetřů nulové hodnoty.

Vyhodnocení roku 2021

Tabulka 19 Roční hodnoty za rok 2021

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2021		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0,10	0,11	0,10
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0,08	0,09	0,09
Ø	0,018	0,020	0,019
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0,05	0,06	0,49
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0,008	0,010	0,082
zdravotní sestra 01	0,10	0,11	0,11
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0,050	0,055	0,055

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Z hlediska součtu efektivních dávek za rok 2021 se jedná u radiologických asistentů o nižší obdržené hodnoty včetně průměrné roční efektivní dávky na osobu (0,018 mSv) a je téměř třikrát nižší oproti předchozímu roku. Značně vyšší hodnota roční efektivní dávky je evidována u zdravotních sester (0,050 mSv). Je ale nutné brát v úvahu, že při výpočtu průměrné roční dávky se rozpočítává pouze mezi dvě osoby. U nikoho z personálu nebyl překročen limit pro radiační pracovníky 20 mSv/rok (Tab. 19).

V červenci 2021 byl v černohorské laboratoři lékař – radiologovi 02 z osobního dozimetru vyhodnocen osobní dávkový ekvivalent Hp(0,07) – 0,49 mSv. Během zbylých měsíců roku byly u lékaře – radiologa 02 hodnoty nižší než 0,05 mSv.

Vyhodnocení roku 2022

Tabulka 20 Roční hodnoty za rok 2022

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2022		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0,05	0,05	0,05
radiologický asistent 02	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0,05	0,06	0,06
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0	0	0
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0	0	0
Ø	0,010	0,011	0,011
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0	0	0
zdravotní sestra 01	0	0	0
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0	0	0

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2023

Rok 2022 je od počátku existence radiodiagnostického oddělení v novém pavilonu C charakteristický nejnižšími obdrženy hodnotami (Tab. 20). U radiologického asistenta 01 a radiologického asistenta 04 byl stanoven součet efektivních dávek ze zevního ozáření na 0,05 mSv. U ostatního personálu pracoviště se jedná o hodnoty nižší než 0,05 mSv, nebyla tedy překročena limitní hranice 20 mSv/rok.

Stejně tvrzení platí u osobních dávkových ekvivalentů v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm a 0,07 mm, kdy nebyly odvozené limity překročeny. Dozimetry personálu byly detekovány pouze nízké hodnoty v setinách milisievertů.

Vyhodnocení roku 2023

Tabulka 21 Roční hodnoty za rok 2023

Zaměstnanec	Roční hodnoty 2023		
	E (mSv)	Hp(10) (mSv)	Hp(0,07) (mSv)
radiologický asistent 01	0	0	0
radiologický asistent 02	0	0	0
radiologický asistent 03	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0	0
radiologický asistent 05	0	0	0
radiologický asistent 06	0,05	0,05	0,05
radiologický asistent 07	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0	0
radiologický asistent 10	0,06	0,07	0,07
Ø	0,012	0,013	0,013
lékař – radiolog 01	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0
lékař – radiolog 03	0	0	0
lékař – radiolog 04	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0	0
Ø	0	0	0
zdravotní sestra 01	0,26	0,27	0,27
zdravotní sestra 02	0	0	0
Ø	0,130	0,135	0,135

Zdroj: Vlastní zpracování podle vyhodnocení VF, a.s., 2024

Důležité informace o expozici ionizujícímu záření v oblasti radiologie za rok 2023 byly společností VF, a.s. vyhodnoceny v první třetině roku 2024 (Tab. 21). Většina radiačních pracovníků opět obdržela nulové efektivní dávky s výjimkou radiologického asistenta 06 (0,05 mSv), radiologického asistenta 10 (0,06 mSv) a zdravotní sestry 01 (0,26 mSv). Průměrná roční hodnota Hp(10) i Hp(0,07) pro radiologického asistenta činila 0,013 mSv, pro lékaře – radiologa 0 mSv a pro zdravotní sestru 0,135 mSv.

Hodnoty pro osobní dávkové ekvivalenty v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm i v hloubce tkáně 0,07 mm byly naměřeny s totožným výsledkem.

Radiační personál Nemocnice Třebíč neobdržel efektivní dávky ani osobní dávkové ekvivalenty v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm i v hloubce tkáně 0,07 mm překračující limity pro radiační pracovníky ani odvozené limity.

10.3 Bezpečnostní opatření vedoucí k minimalizaci rizik

Rizika plynoucí z vystavení lidského organismu ionizujícímu záření závisí na dávce záření, době expozice, druhu záření, ale také na citlivosti organismu osoby. Zaměstnanci na radiodiagnostickém oddělení nepřichází denně do kontaktu s vysokými dávkami ionizujícího záření ve srovnání např. s pracovníky na oddělení nukleární medicíny, ale i přesto na radiodiagnostickém oddělení hrozí profesní ozáření a s ním spojená rizika. Na předchozích stranách diplomové práce je jednoznačně prokázáno, že ačkoliv je radiační ochrana v 21. století na vysoké úrovni, vyskytnou se situace, kdy radiační pracovník obdrží při výkonu práce určitou dávku záření. Mezi možná rizika spojená s obdržením dávky patří vznik nádorového onemocnění (rakovina kůže, leukémie), poškození struktury buněčného materiálu (především DNA) a s tím související riziko genetických mutací s následným přenosem na potomstvo ozářeného jedince.

Zavedení a dodržování bezpečnostních opatření je velmi důležité, jde o opatření vedoucí k minimalizaci rizik spojených s vystavením ionizujícímu záření. Opatření vychází z aktuální právní úpravy a interních předpisů nemocnice.

Bezpečnostní opatření jsou:

- OOPP – olovněné zástěry, olovněné límce, ochranné brýle,
- stínící materiál na stěnách snímkooven a ve vstupních dveřích,
- monitorování expozice personálu,
- revize přístrojů se zdroji ionizujícího záření k zamezení technických chyb,
- audity a kontrolní činnosti bezpečnostních postupů,
- školení zaměstnanců v radiační ochraně,
- kvalifikovaný personál – vzdělání, atestace, účast na konferencích,
- dodržování principu ALARA,
- dodržování národních a místních radiologických standardů,
- omezení výkonu práce těhotných žen na radiologických pracovištích,
- zamezení přístupu neoprávněným osobám na radiologické oddělení,
- seznámení se s vnitřním havarijním plánem nemocnice, traumatologickým plánem.
(Interní dokumentace Nemocnice Třebíč, 2024)

10.4 SWOT analýza

Autorka použila v diplomové práci SWOT analýzu k identifikaci a hodnocení silných stránek (Strengths), slabých stránek (Weaknesses), příležitostí (Opportunities) a hrozeb (Threats) zvoleného oddělení. SWOT analýza je metoda pro stanovení stavu zkoumané společnosti, posuzující externí a interní faktory ve společnosti. Metoda se vyznačuje přehledností, stručností, jednoduchostí a komplexností. (SWOT analýza a její využití, 2019)

Tabulka 22 SWOT analýza radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč

Silné stránky	Slabé stránky
<ol style="list-style-type: none"> 1. Kvalifikovaný personál lékařských a nelékařských oborů 2. Modernizace přístrojové technologie 3. Mezinárodní a národní normy, zákony a vyhlášky 4. Stáže a odborné praxe pro studenty středních a vysokých zdravotnických škol 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nedostatek lékařského a nelékařského zdravotnického personálu 2. Nevyhovující umístění vstupních dveří na snímkovnách 3. Dlouhé čekací doby na neakutní vyšetření (CT, MR) a zákroky (biopsie) 4. Práce zaměstnanců přesčas
Příležitosti	Hrozby
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozšíření nabídky diagnostických služeb 2. Investice do modernizace 3. Zvýšení kvality školení zaměstnanců, vyšší vzdělání v oboru 4. Zvýšení poptávky po radiologických vyšetřeních (častější indikace k vyšetření pomocí zobrazovacích metod) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Výrazný nedostatek odborného personálu na RDG oddělení 2. Zneužití zobrazovacích technologií (zdroje IZ), vznik závady přístroje 3. Kybernetické útoky na NIS včetně obrazového archivu PACS (únik citlivých údajů personálu a pacientů) 4. Změny v mezinárodní a národních normách, zákonech a vyhláškách ovlivňující pracovní postupy

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Situace ve vybraném zdravotnickém oddělení byla vyhodnocena pomocí SWOT analýzy.

10.4.1 Definice parametrů ve SWOT analýze

Autorkou byly popsány jednotlivé silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby uvedené ve SWOT analýze (Tab. 22) zaměřené na radiodiagnostické (RDG) oddělení Nemocnice Třebíč.

Silné stránky

1. ***Kvalifikovaný personál lékařských a nelékařských oborů*** – osoby zaměstnané na radiodiagnostickém oddělení na pozici radiologický asistent musí mít ukončené studium v nelékařském oboru radiologická asistence, v průběhu výkonu práce skládají atestační zkoušky a podstupují pravidelná školení. Lékaři na pozici radiolog mohou vykonávat svoji práci po ukončení magisterského studia v oboru všeobecné lékařství na lékařských fakultách univerzit a podstupují atestační zkoušky se zaměřením na zobrazovací metody. U zdravotních sester není požadováno vzdělání související s ionizujícím zářením, ale je nutné absolvovat střední zdravotnickou školu, vyšší odbornou školu zdravotnickou či příbuzný vysokoškolský bakalářský obor.
2. ***Modernizace přístrojové technologie*** – vedení trebičské nemocnice se neustále snaží zprostředkovávat oddělením moderní přístroje nahrazující zastaralé modely technologií. Přístroje jsou financovány z dotací, případně z vlastních zdrojů zdravotnického zařízení. K výrazné modernizaci zobrazovacích technologií na radiodiagnostickém oddělení došlo při výstavbě nového pavilonu C, kdy bylo vybaveno novými přístroji (RTG přístroje, CT přístroj).
3. ***Mezinárodní a národní normy, zákony a vyhlášky*** – atomový zákon č. 18/1997 Sb. byl nahrazen novým atomovým zákonem č. 263/2016 Sb., který je účinný od 1. ledna 2017. Významným dokumentem je vyhláška č. 422/2016 Sb., doplňující atomový zákon. Dále jsou zavedeny národní a místní radiologické standardy, stanovující pracovní postupy, jimiž se personál pracující se zdroji ionizujícího záření musí řídit.
4. ***Stáže a odborné praxe pro studenty středních a vysokých zdravotnických škol*** – na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč je umožněno studentům splnit povinné stáže a odborné praxe. Jedná se o aktivní formu vzdělávání, kdy lze získat nové zkušenosti, které se studenti naučí teoreticky během pasivní výuky; dále lze získat kontakty pro budoucí zaměstnání.

Slabé stránky

1. **Nedostatek lékařského a nelékařského zdravotnického personálu** – dlouhodobým problémem v řadě zdravotnických zařízení, včetně Nemocnice Třebíč, je nedostatek lékařských i nelékařských oborů. Chybí personál na pozicích radiolog a radiologický asistent. Důvodem může být celostátní nedostatek kvalifikovaného personálu, nízký zájem o studium nelékařského oboru či náročnost zvládnutí medicínského studia.
2. **Nevyhovující umístění vstupních dveří na snímkovnách** – dle vlastních poznatků autorky jsou vstupní dveře na rentgenové snímkovně č. 1 a č. 2 nevhodně situovány, protože nejsou všechny přímo viditelné skrze ochranné okno oddělující snímkovnu a ovladovnu. Následkem je nepřehlednost o aktuální situaci v prostoru, např. zda jsou vstupní dveře uzavřeny při aktivaci zdroje ionizujícího záření.
3. **Dlouhé čekací doby na neakutní vyšetření (CT, MR) a zákroky (biopsie)** – vlivem zvýšení indikací k vyšetřením pomocí radiodiagnostických technologií se prodlužují čekací doby na neakutní vyšetření na CT přístrojích, ultrasonografii a magnetické rezonanci. Dlouhé čekací doby mají za následek často negativní přístup pacientů, ačkoliv se personál snaží vyjít maximálně vstříc jejich požadavkům. Délka čekací doby je ovlivněna nedostatkem personálu, pracovní dobou (7:00–15:30 hod.) a obrovským množstvím pacientů.
4. **Práce zaměstnanců přesčas** – přesčasy se často nahrazuje nedostatek zaměstnanců oddělení, mající vliv na pokles pozornosti a rychlosti u zdravotnického personálu při výkonu práce. Přepracování a nedostatek odpočinku může mít často negativní až katastrofální následky obzvláště, pokud se jedná o zdraví a život člověka. Sníženou pozorností může být zapříčiněno i přehlédnutí nezavřených vstupních dveří, čímž by nebyla zajištěna ochrana stíněním před účinky ionizujícího záření.

Příležitosti

1. **Rozšíření nabídky diagnostických služeb** – radiodiagnostické oddělení lze rozšířit o zobrazovací metody jako zubní rentgen, ortopantomograf, mamograf nebo denzitometr. Třebíčská nemocnice nedisponuje ani oddělením nukleární medicíny a radioterapií, která je nejbližší v Nemocnici Jihlava.
2. **Investice do modernizace** – radiodiagnostické oddělení je tvořeno řadou zobrazovacích metod, zahrnujících skiaskopické a skiagrafické rentgenové přístroje,

výpočetní tomografii a ultrasonografií. Diagnostické technologie RDG oddělení Nemocnice Třebíč jsou rozšířeny o moderní technologii v oboru – magnetickou rezonanci. Jednalo se až o třicetimilionovou investici.

3. **Zvýšení kvality školení zaměstnanců, vyšší vzdělání v oboru** – již několikátým rokem je otevřen navazující magisterský studijní program „Zobrazovací technologie v radiodiagnostice“ na Fakultě zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci. Jedná se o jedinou univerzitu v České republice umožňující doplnit radiologickým asistentům vysokoškolské bakalářské vzdělání o magisterský titul (Mgr.). (Studijní programy, c2023)
4. **Zvýšení poptávky po radiologických vyšetřeních** (častější indikace k vyšetření pomocí zobrazovacích metod) – obor radiologie je klíčovým prvkem ve zdravotnictví, jelikož umožňuje neinvazivní diagnostiku pacientů. Radiologie je perspektivní obor pro zdravotnický personál, jelikož neustále roste poptávka po radiologických diagnostických a léčebných postupech.

Hrozby

1. **Výrazný nedostatek odborného personálu na RDG oddělení** – radiodiagnostické oddělení Nemocnice Třebíč se již delší dobu potýká s nedostatkem kvalifikovaného personálu na pozici radiolog a radiologický asistent. Provoz oddělení by byl ohrožen, pokud by došlo k dalšímu ponížení počtu kolektivu (dlouhodobá pracovní neschopnost, ukončení pracovního poměru, těhotenství), v nejhorsím případě by bylo oddělení neprovozeroschopné.
2. **Zneužití zobrazovacích technologií (zdroje IZ), vznik závady přístroje** – v případě vniku neoprávněné osoby do prostor se zdroji ionizujícího záření může dojít k jejich zneužití a použito nelegálním způsobem, zapříčiňující nekontrolované ozáření osob. Při závadě přístroje může dojít v nejhorsím případě ke kontinuální expozici, čímž by bylo ohroženo zdraví všech přítomných osob.
3. **Kybernetické útoky na NIS včetně obrazového archivu PACS** (únik citlivých údajů personálu a pacientů) – při napadení nemocničního informačního systému (NIS) kybernetickým útokem by mohlo dojít k odcizení citlivých údajů pacientů a zaměstnanců (rodná čísla, lékařské zprávy). Radiodiagnostické oddělení se neobejde bez obrazového archivu PACS, který slouží k ukládání a sdílení obrazové dokumentace pořízené na zobrazovacích metodách.

4. *Změny v mezinárodních a národních normách, zákonech a vyhláškách ovlivňující pracovní postupy* – při změně mezinárodních právních předpisů je nutná implementace změn do národní a následně interní dokumentace zdravotnických zařízení; zaškolení personálu se změnami a jejich aplikace v ostrém provozu.

10.4.2 Vyhodnocení SWOT analýzy

Externí a interní faktory SWOT analýzy byly vyhodnoceny na základě vlastních zkušeností autorky z nemocničního prostředí a brainstormingu; u jednotlivých faktorů byla stanovena následně i důležitost.

Postup numerického vyhodnocení SWOT analýzy

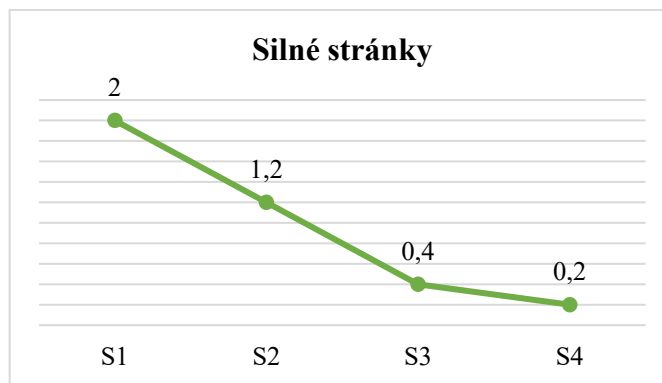
Autorka přiřazovala při hodnocení parametrů hodnoty v rozmezí 1 až 5 u silných stránek a příležitostí. Číslo 5 představuje situaci, které je kladen největší důraz, zatímco číslo 1 definuje důraz nejnižší. Záporné hodnoty v rozmezí -5 až -1 přiřazovala autorka slabým stránkám a jednotlivým hrozbám. Hodnota -5 představuje největší nespokojenost a hodnota -1 definuje opak, tedy nejnižší nespokojenost. Dílčí hodnoty při stanovení důležitostí u jednotlivých bodů SWOT analýzy byly stanoveny tak, aby v součtu dávaly číslo 1. Hodnoty ve sloupcích „hodnocení“ a „důležitost“ byly mezi sebou posléze vynásobeny, přičemž výsledky byly uvedeny do sloupce „součin“.

Tabulka 23 Silné stránky (S)

Silné stránky			
	Hodnocení	Důležitost	Součin
S1	5	0,4	2
S2	4	0,3	1,2
S3	2	0,2	0,4
S4	2	0,1	0,2
Σ	13	1	3,8

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Nejsilnější stránkou radiodiagnostického oddělení třebečské nemocnice (Tab. 23, Graf 1) byla stanovena přítomnost kvalifikovaného personálu lékařských a nelékařských oborů (S1).



Graf 1 Silné stránky (Strengths)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

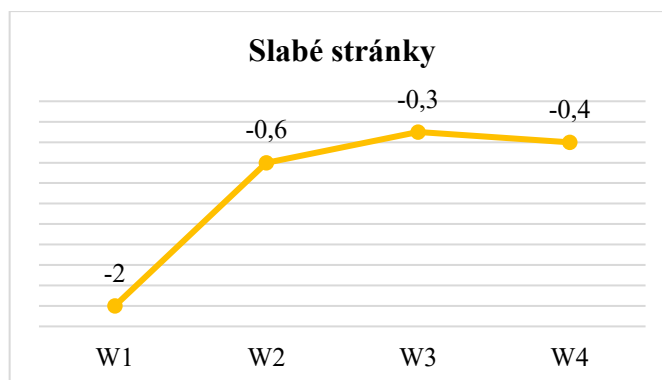
Nemocnice Třebíč podporuje zdravotnický personál v kariérním růstu a ve vzdělávání.

Tabulka 24 Slabé stránky (W)

Slabé stránky			
	Hodnocení	Důležitost	Součin
W1	-5	0,4	-2
W2	-2	0,3	-0,6
W3	-3	0,1	-0,3
W4	-2	0,2	-0,4
Σ	-12	1	-3,3

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Nejslabší stránkou RDG oddělení je nedostatek kvalifikovaného personálu (Tab. 24, Graf 2), který může negativně ovlivnit bezproblémový provoz komplementárního oddělení.



Graf 2 Slabé stránky (Weaknesses)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

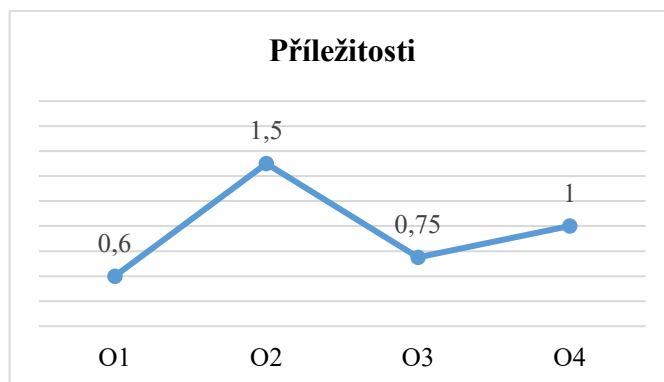
Nedostatek personálu (W1) je problém téměř všech oddělení trebičské nemocnice na různých pracovních pozicích.

Tabulka 25 Příležitosti (O)

Příležitosti			
	Hodnocení	Důležitost	Součin
O1	3	0,2	0,6
O2	5	0,3	1,5
O3	3	0,25	0,75
O4	4	0,25	1
Σ	13	1	3,85

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Vyhodnocením příležitostí bylo zjištěno, že vedení nemocnice dbá na neustálou snahu modernizovat jednotlivá oddělení nemocnice (O2) včetně oddělení zobrazovacích metod (Tab. 25, Graf 3).



Graf 3 Příležitosti (Opportunities)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

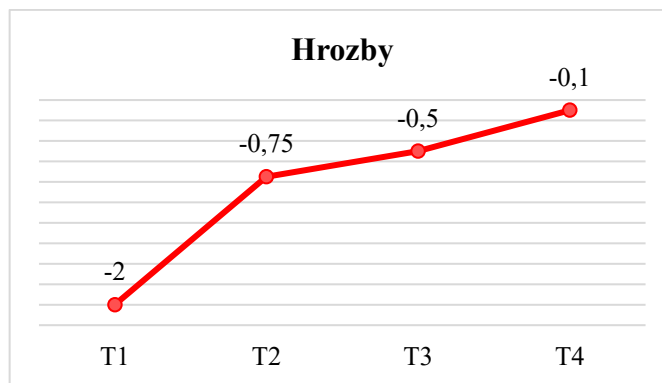
Značně výdělečným se stalo RDG oddělení po zakoupení magnetické rezonance.

Tabulka 26 Hrozby (T)

Hrozby			
	Hodnocení	Důležitost	Součin
T1	-5	0,4	-2
T2	-3	0,25	-0,75
T3	-2	0,25	-0,5
T4	-1	0,1	-0,1
Σ	-11	1	-3,35

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Výrazný nedostatek odborného personálu (T1) byl vyhodnocen jako největší hrozba pro sledované oddělení třebečské nemocnice (Tab. 26, Graf 4).



Graf 4 Hrozby (Threats)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

S nedostatkem personálu úzce souvisí větší pravděpodobnost přesčasů pro lékařský i nelékařský personál, dále je nedostatečným personálním zajištěním snížena i kvalita poskytované zdravotnické péče či nutnost omezení provozu radiologického pracoviště.

Výsledek SWOT analýzy

Interní prostředí tvoří silné a slabé stránky, zatímco příležitosti a hrozby tvoří prostředí externí.

Tabulka 27 Výsledky SWOT analýzy

Interní prostředí		Externí prostředí	
Silné stránky	Slabé stránky	Příležitosti	Hrozby
3,8	-3,3	3,85	-3,35
0,5		0,5	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

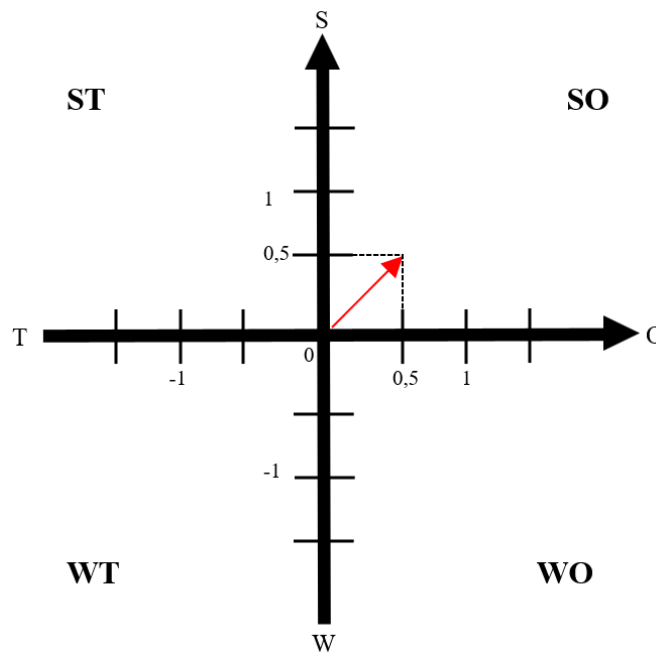
Výpočet interního prostředí: $3,8 + (-3,3) = 0,5$

Výpočet externího prostředí: $3,85 + (-3,35) = 0,5$

Celkový výsledek SWOT analýzy: $0,5 + 0,5 = 1,0$

Celkový výsledek SWOT analýzy byl zjištěn podle výše uvedených výpočtů interního a externího prostředí (Tab. 27), jehož hodnota se nachází v kladných číslech (1,0).

Grafické znázornění výsledku SWOT analýzy



Obrázek 12 Výsledek SWOT analýzy

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Legenda k Obr. 12:

- S Strengths (silné stránky)
- W Weaknesses (slabé stránky)
- O Opportunities (příležitosti)
- T Threats (hrozby)
- ST strategie defenzivní (Strengths Threats)
- SO strategie ofenzivní (Strengths Opportunities)
- WT strategie úniku (Weaknesses Threats)
- WO strategie spojení (Weaknesses Opportunities)

Výsledek SWOT analýzy byl zanesen do grafu (Obr. 12), který byl rozdělen do čtyř kvadrantů podle vzájemného působení mezi silnými a slabými stránkami s příležitostmi a hrozbami. Po zanesení výsledných hodnot interního prostředí (0,5) a externího prostředí (0,5) do grafu lze formulovat optimální strategii na základě výsledného kvadrantu. Neoptimálnější strategií v případě zpracované SWOT analýzy je ofenzivní strategie, jedná se o kvadrant Strengths Opportunities (SO). Na radiodiagnostickém oddělení třebečské nemocnice převažují silné stránky nad slabými stránkami a současně příležitosti převažují nad hrozbami. Strategie ofenzivního charakteru představuje efektivní využívání silných stránek (např. kvalifikovaný personál) k reagování na příležitosti, které lze využít ke zlepšení oddělení nemocnice. Strategii SO nemocnice využila i před lety při pořízení moderní zobrazovací technologie – magnetické rezonance, čímž pozvedla úroveň samotného oddělení, ale i celé třebečské nemocnice.

11 DISKUSE

Autorka se zaměřila na interpretaci výsledků analyticko-empirické části a jejich význam v kontextu zkoumané problematiky. Výzkum byl proveden za stanovené období leden 2018 až březen 2024, kde spodní hranice byla určena z důvodu přemístění radiodiagnostického oddělení do nejnovějšího pavilonu C třebečské nemocnice, ve kterém po celou dobu výzkumu setrvává a jsou tedy i zajištěny identické podmínky pro výkon práce.

Hlavním cílem diplomové práce bylo vyhodnotit radiační ochranu na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč podle vyhodnocených osobních dozimetrů zaměstnanců založených na opticky stimulované luminiscenci (OSL) v laboratořích společnosti VF, a.s. Dostatečně zajištěná radiační ochrana na zkoumaném radiologickém pracovišti je klíčovým faktorem pro zajištění bezpečnosti pracovníků, ale i příchozích pacientů. Na pracovištích se zdroji ionizujícího záření jsou zavedena bezpečnostní opatření snižující pravděpodobnost vystavení osob rizikům souvisejících s ionizujícím zářením (osobní ochranné pracovní pomůcky, stínící materiál po obvodu pracovišť se zdroji ionizujícího záření, monitorování zaměstnanců či pravidelné školení personálu). Výzkum zaměřený na problematiku radiační ochrany byl zpracován detailně pro jednotlivé sledované roky. Radiační pracovníci třebečské nemocnice byli rozděleni do tří kategorií: radiologický asistent, lékař – radiolog a zdravotní sestra. Pro každou kategorii byly uvedeny hodnoty expozice pro jednotlivé pracovníky za každý kalendářní rok výzkumu. Expozice byla vyjádřena třemi veličinami – efektivní dávka, osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm a osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 0,07 mm. Výzkum prokazuje, že všichni zaměstnanci radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč obdrželi převážně nízkou nebo nulovou expozici ionizujícímu záření. Z pohledu autorky se jedná o zjištění pozitivního charakteru. Výsledky výzkumu svědčí o efektivním uplatňování radiační ochrany a bezpečnostních opatření ve zkoumaném zdravotnickém zařízení. Pravidelné monitorování radiační situace na radiologických pracovištích je podstatné pro zajištění a udržení bezpečného pracovního prostředí pro veškerý přítomný personál a pacienty. Další zvýšení bezpečnosti na radiačních pracovištích lze dosáhnout zvýšením úrovně školení radiačních pracovníků, prováděním náhodného testování znalostí radiační ochrany osob zaměstnaných na radiologických pracovištích nebo věnováním pozornosti zavedené ochraně stíněním. Ochrana stíněním je nejučinnější v případě, kdy se personál a osoby nepodstupující lékařské ozáření nachází za stínícím stavebním materiálem – olovněné sklo, speciální zdivo a dveře.

Analýzou radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč byly zodpovězeny stanovené výzkumné otázky. Pro získání odpovědí na část výzkumných otázek autorka vytvořila dotazník (Příloha III), který byl vyplněn individuálně personálem oddělení. První výzkumná otázka byla zaměřena na pohlaví zaměstnanců oddělení. Z celkového počtu osmnáct osob tvoří ženské pohlaví 72 % zaměstnanců, zbylých 28 % je pohlaví mužského. Zastoupení zaměstnanců zvoleného oddělení trebičské nemocnice z hlediska věku je druhou výzkumnou otázkou diplomové práce. Pět radiologických asistentů ve věku 46–50 let tvoří 28 % kolektivu, dvě lékařky ve věkové kategorii 41–45 tvoří 11 %. Radiologická asistentka s věkem 51 let a zdravotní sestra ve věku 55 let byly zařazeny do věkové kategorie 51–55 let (11 %); lékařky s věkem 56 let tvoří dalších 11 % kolektivu. Nejstarším zaměstnancem oddělení je lékař – radiolog (71 let). Výzkumná otázka č. 3 byla položena na zastoupení jednotlivých pracovních pozic radiodiagnostického oddělení. Radiologičtí asistenti představují více než polovinu personálu (56 %), bez kterých by se žádné radiologické oddělení neobešlo. Radiologičtí asistenti vyššího věku absolvovali nástavbové studium s maturitou (pět osob) a pět osob úspěšně ukončilo studium na vysoké škole v nelékařském oboru. Nemocnice Třebíč zaměstnává dvě zdravotní sestry a šest lékařů se specializací v oboru radiologie a zobrazovacích metod.

Náklady na provoz radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč byly vyhodnoceny na základě podkladů, které byly poskytnuty ekonomickým oddělením nemocnice, přesněji ekonomickým náměstkem. V případě finančních zdrojů na provoz oddělení byl zjištěn značný rozdíl mezi jednotlivými roky. V roce 2018, kdy byl zahájen provoz radiodiagnostického oddělení v novém pavilonu C Nemocnice Třebíč, se jednalo o celkovou částku necelých 33 000 000 Kč, v roce 2023 vyšplhaly celkové roční náklady na provoz oddělení přes 52 000 000 Kč. Jde tedy o nárůst o více než 19 000 000 Kč za pět let po sobě jdoucích let. Náklady radiodiagnostického oddělení se ve sledovaném období (2018–2023) neustále zvyšovaly, což způsobila zejména celosvětová pandemie COVID-19 a zdražování cen nejen ve zdravotnictví, ale i v řadě oblastí – průmysl, ropné produkty, elektrická energie. Nárůst byl ovlivněn také zahájením provozu moderního zobrazovacího přístroje, magnetické rezonance, kde jsou nákladné kontrastní látky. Zahájení provozu magnetické rezonance má však kladný dopad pro prestiž Nemocnice Třebíč a zejména přínos pro diagnostiku onemocnění pacientů.

Služby osobní dozimetrie, soustavný dohled nad radiační ochranou, zajišťování výkonu radiologického fyzika, zkoušky provozní stálosti a zkoušky dlouhodobé stability jsou zařazeny mezi specifické náklady radiodiagnostického oddělení, které nejsou vyžadovány na jiných pracovištích třebečské nemocnice. Nemocnice má uzavřené smlouvy s firmou Ing. Dušan OLEJÁR a společností VF, a.s., které zajišťují uvedené výkony.

Poslední výzkumná otázka byla zaměřena na průměrné osobní efektivní dávky u radiologických asistentů, lékařů – radiologů a zdravotních sester. Hodnoty efektivních dávek byly pomocí matematického vzorce vypočteny samostatně pro jednotlivé kategorie, čímž byla zjištěna průměrná hodnota pro každou kategorii (radiologický asistent, lékař – radiolog, zdravotní sestra). Nejvyšší průměrná roční efektivní dávka 0,050 mSv byla pro kategorii radiologický asistent vypočtena v roce 2020. V ostatních letech se jednalo o nižší průměrné hodnoty. Opačnou hodnotou, tedy nejnižší průměrnou roční efektivní dávkou pro radiologického asistenta byla hodnota 0,010 mSv v roce 2022. Průměrná hodnota efektivní dávky za rok 2019 činila 0,017 mSv a byla nejvyšší z celého výzkumu v kategorii lékař – radiolog. V letech 2018, 2020, 2022 a 2023 byla průměrná roční efektivní dávka pro lékaře – radiologa nulová. Třetí typ pracovní pozice na radiodiagnostickém oddělení byla zdravotní sestra, kde nejvyšší průměrná roční efektivní dávka (0,130 mSv) byla dosažena v roce 2023. Vysoká hodnota je způsobena častým vystavením zdravotní sestry 01 ionizujícímu záření při výkonu práce hned v pěti měsících roku 2023 (březen, květen, červen, říjen, listopad). V letech 2018, 2019, 2020 a 2022 byly osobní OSL dozimetrie zdravotních sester vyhodnoceny s nulovými hodnotami. Výsledky prokazují, že u zaměstnanců radiodiagnostického oddělení třebečské nemocnice nedošlo k překročení limitů pro radiačního pracovníka podle § 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb., vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje (Příloha IV). V praxi jsou tedy uplatňována dostatečná bezpečnostní opatření zajišťující ochranu před ionizujícím zářením a s ním spojenými riziky z ozáření.

Autorka se zaměřila v aplikační části diplomové práce na návrh řešení pro ne zcela bezpečně zavřené vstupní dveře, které lze označit jako jeden z možných důvodů, které mají vliv na obdržení nenulové dávky ionizujícího záření. Implementací navrženého řešení lze dosáhnout vyšší úrovně radiační ochrany včetně minimalizace rizik plynoucích z ozáření.

12 NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ RADIČNÍ OCHRANY NA RADIODIAGNOSTICKÉM ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ

Rentgenové snímkovny a vyšetřovna s výpočetní tomografií (neboli CT přístrojem), ve kterých se provádí vyšetření pacientů pomocí rentgenového záření generovaného z rentgenky, se nachází v kontrolovaném pásmu. Nepovolané osoby, děti a těhotné pacientky nesmí vstupovat do místnosti, pokud není nutné lékařské ozáření. Veškeré vstupy do kontrolovaného pásma jsou označeny příslušnými výstražnými a bezpečnostními značkami, které obsahují důležité informace (kontrolované pásmo se zdroji ionizujícího záření, nepovolaným vstup zakázán a generátor záření – hrozí vnější ozáření). Prostor nad vstupními dveřmi do snímkoven i CT vyšetřovny vyplňují světelné LED výstražné tabulky. Rozsvícením tabulky dochází k upozornění osob o právě probíhající generování ionizujícího záření. Jedná se o okamžik, kdy je přísný zákaz vstupovat do místnosti veškerým osobám včetně radiačních pracovníků. Vstupy do místností musí být uzavřeny po celou dobu generování ionizujícího záření ze zdroje. Radiologický asistent nesmí provést aktivaci rentgenky, pokud některé ze vstupních dveří do místnosti zůstanou otevřené.

Návrh opatření – instalace elektronických čidel do zárubní vstupních dveří místností se zdroji ionizujícího záření s vyvedením signalizace na ovladovnu.

Záměrem bezpečnostního opatření je dosažení vyšší úrovně radiační ochrany pro personál i pacienty radiodiagnostického oddělení a je navrženo přímo pro Nemocnici Třebíč.

Zaměstnanec radiologického oddělení bude mít pomocí elektronických čidel jistotu, že veškeré dveře jsou uzavřené, a tím je zabráněno možnému ozáření osob nacházejících se mimo vymezený prostor. V případě implementace navrženého opatření by radiologickému asistentovi nebylo umožněno provést aktivaci rentgenky a generování ionizujícího záření, pokud by alespoň jedny ze vstupních dveří byly vyhodnoceny jako nedostatečně zavřené.

Radiodiagnostické oddělení třebíčské nemocnice se skládá z několika prostorných místností, kde ve třech z nich dochází ke generování ionizujícího záření – dvě snímkovny s rentgenovým přístrojem a místnost pro provádění CT vyšetření. Ultrazvuková vyšetřovna a vyšetřovna s magnetickou rezonancí nevyžadují zajištění radiační ochrany, jelikož přístroje nevyužívají ionizující záření.

Prostory radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč

Rentgenová snímkovna č. 1 disponuje pěti vstupy, z nichž vedou tři z hlavní chodby budovy C, zadní vchod slouží pro příjezd pacientů z urgentního příjmu a poslední je přímo z ovládací místnosti. V rámci snímkovny č. 2 jsou rozmístěny čtyři vstupy – tři vstupy jsou z hlavní chodby budovy C a čtvrtý vstup z ovladovny pro personál oddělení.

Vyšetřovna s CT přístrojem disponuje pouze třemi vstupy – vstup pro ambulantní pacienty z hlavní chodby budovy C přes převlékací kabinky, opět jeden vstup z ovladovny a zadní vchod z interní chodby pro vjezd lůžek. Místnosti nejsou rovnoměrné, nachází se zde různé výklenky kvůli oddělení převlékacích kabiněk či ovladovny. Prostory se mezi sebou liší svými rozměry z důvodu specifického tvaru budovy C, která má obloukový tvar (Obr. 9). Výška stropů je v celém patře jednotná (300 cm).

Radiologický asistent při výkonu své práce, přesněji při aktivaci rentgenky, vidí na rentgenové snímkovně č. 1 pouze na čtyři ze zmíněných pěti vstupních dveří; naopak na rentgenové snímkovně č. 2 pracovník radiodiagnostického oddělení vidí na všechny vstupní dveře. Radiologický asistent vidí v případě CT vyšetřovny na dva vstupy (vstup z interní chodby nemocnice a z ovladovny). Pracovníci radiodiagnostického oddělení nemají během výkonu práce dostatečný přehled o všech dveřích umožňujících vstup do místností a existuje zde riziko, že dveře mohou v některých případech zůstat pootevřené či být špatně dovřené.

Výška ovládacích stolů je 110 cm na rentgenových snímkovnách, na CT vyšetřovně je výška stolu 75 cm. Všechny vstupní dveře mají stejnou výšku (200 cm). Hodnota A ve výpočtech délky potřebné kabeláže odpovídá 100 cm, jelikož se jedná o vyvedení kabelu od čidla v zárubních dveří ke stropu, hodnota B vyjadřuje vzdálenost mezi stropem a ovládacím stolem, která činí 200 cm u rentgenové snímkovny č. 1 a č. 2; hodnota C je 225 cm u CT vyšetřovny. Vstupní dveře o rozměrech 210 cm jsou šířkou přizpůsobeny pro vjezd nemocničních lůžek, ostatní vstupní dveře mají šířku 80 cm.

Návrh implementace opatření

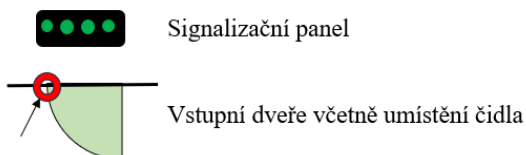
Elektronická čidla (např. dveřní polohový přepínač) se doporučují umístit do horního rohu zárubní všech vstupních dveří na základě technických důvodů. Z elektronických čidel budou vedeny kabelové rozvody scházející se do přístroje evidující stav dveří (otevřené/zavřené) barevnou signalizací. Zelená barva by charakterizovala zavřené dveře, červená barva otevřené či špatně dovřené dveře. Generování ionizujícího záření bude radiologickému

asistentovi umožněno v případě podbarvení všech signalizačních prvků zelenou barvou. Ve výkonu práce nebude umožněno pokračovat v případě, kdy dojde k podbarvení alespoň jedné z kontrolky červeně a bude nutná kontrola dveří místnosti, jevící se otevřené.

Výpadek elektrické energie či zkoušky náhradního zdroje napájení, které v třebíčské nemocnici probíhají pravidelně poslední čtvrtek v měsíci v době 15:00–16:00 hod., by způsobil nefunkčnost čidel a povinností personálu bude věnovat pozornost stavu dveří (otevřené/zavřené) individuálně. Veškerá zodpovědnost je vždy na přítomném personálu. Autorkou byla původně zvažována také implementace elektronických zámků, které by doplnily činnost čidel a zamezily tak vniknutí osob do kontrolovaného pásma v době aktivace zdroje ionizujícího záření. Možnost elektronických zámků byla zhodnocena autorkou jako nevyhovující, protože instalaci elektronických zámků a jejich používáním by mohlo dojít k nepříznivým situacím (zaseknutí zámku) a následně nepřijatelným důsledkům (pád pacienta a tím způsobené zranění osoby, v nejhorším případě úmrtí pacienta následkem pádu). Personálu musí být umožněno se okamžitě dostat k pacientovi a zamezit možným komplikacím (mdloba, pád z vyšetřovacího stolu, zranění).

Půdorysy místností byly vytvořeny a vloženy na následující stránky diplomové práce (Obr. 14, Obr. 16 a Obr. 17), ve kterých bude nutné implementovat navrhované opatření včetně informací o rozměrech místností. Rozměry rentgenových snímkoven a CT vyšetřovny Nemocnice Třebíč odpovídají skutečnosti. Nákresy obsahují znázornění vhodného vedení odpovídající kabeláže, umístění čidel ve dveřích a signalizačního panelu. Aplikační část diplomové práce obsahuje dále předpokládané náklady spojené s realizací navrženého opatření pro Nemocnici Třebíč.

Legenda k Obr. 14, Obr. 16 a Obr. 17

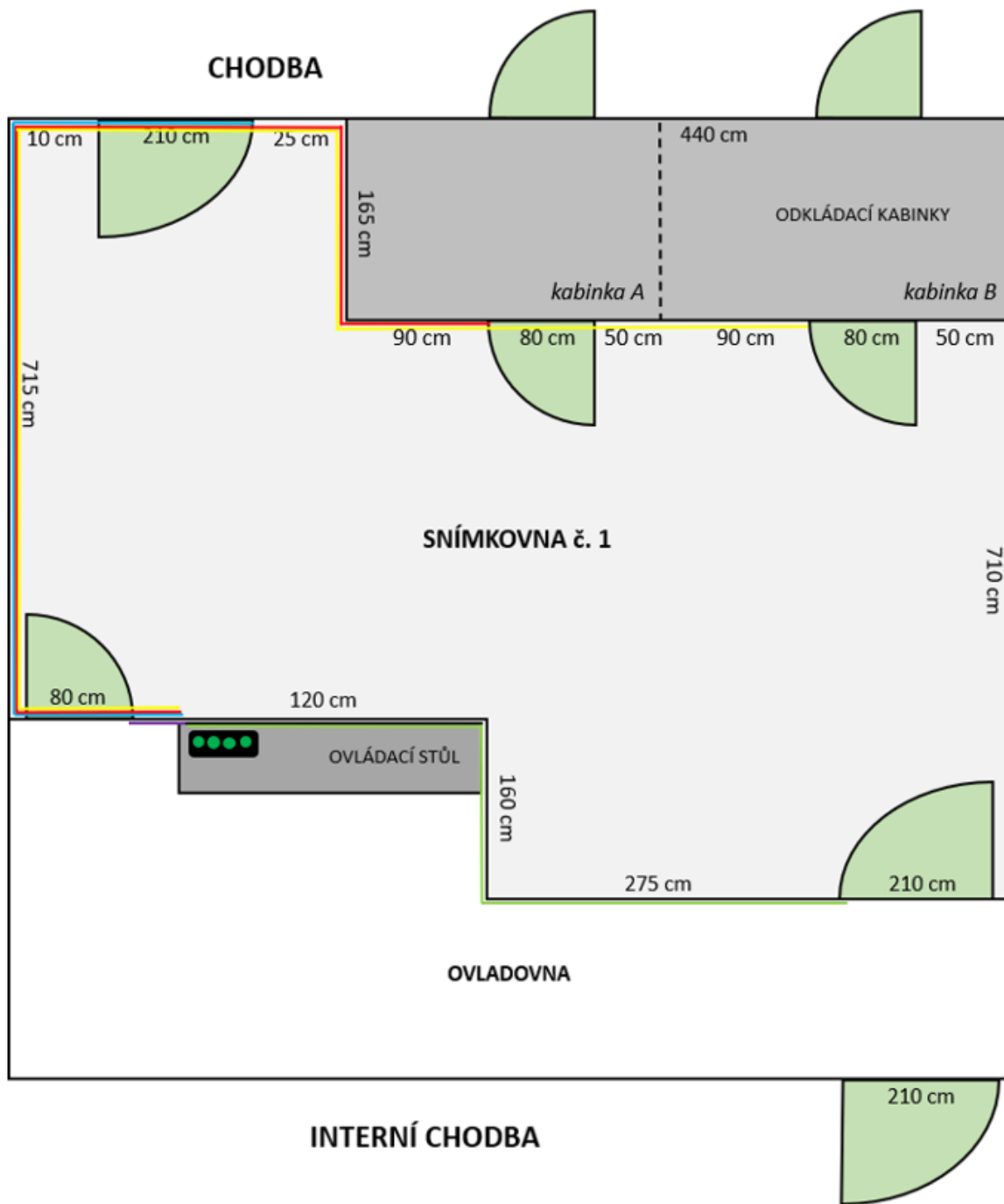


Obrázek 13 Legenda k výkresům

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023


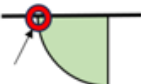
Elektronická čidla v zárubních vstupních dveřích budou umístěna vždy v horním rohu na odvrácené straně pantů a signalizační panel na ovládacích stolech v ovládacích radiodiagnostického oddělení. Všechna čidla budou označena evidenčními čísly včetně signalizačního panelu, který by obdržel vlastní evidenční číslo.

Rentgenová snímkovna č. 1



Měřítko 1 : 45

Legenda k obrázku:

-  Signalizační panel
-  Vstupní dveře včetně umístění čidla

Obrázek 14 Zakreslení vedení kabeláže – snímkovna č. 1

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Elektronická čidla na rentgenové snímkovně č. 1 budou umístěna do pěti vstupních dveří.

Fotografie rentgenové snímkovny č. 1 radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč byly vloženy do diplomové práce pro dokreslení představy půdorysu.



Obrázek 15 Snímkovna č. 1 – A) Pohled ze dveří ovladovny; B) Pohled na ovladovnu

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Legenda k Obr. 15:

Rentgenová snímkovna č. 1 je vybavena skiagrafickým rentgenovým přístrojem od výrobce Siemens Healthcare. Zdroj ionizujícího záření (rentgenová lampa) se nachází na stropním závěsu, který umožňuje flexibilní manipulaci s rentgenkou po celém prostoru snímkovny. Lékařské ozáření probíhá u vertigrafu (na obrázku **B**) se nachází vpravo), druhým způsobem je využití vyšetřovacího stolu (zobrazen na obrázku **A**)), v jehož konstrukci je uložen detektor. Za olověným ochranným sklem, umožňující výhled z ovladovny na snímkovnu a naopak, pracují radiační pracovníci a aktivují zdroj ionizujícího záření.

Výpočet délek kabeláže

Autorkou byly vypočítány, pro místnosti se zdroji ionizujícího záření (rentgenová snímkovna č. 1, rentgenová snímkovna č. 2 a vyšetřovna s CT přístrojem), jednotlivé délky tras kabeláže pomocí výpočtů (V), které byly odlišeny dolním indexem podle barvy trasy: červená (čt), žlutá (žt), modrá (mt), fialová (ft) a zelená trasa (zt). Konečné výpočty, ke stanovení celkové délky bez rezervy a s rezervou kabeláže, byly označeny: V_{ct} a V_{ctr} .

Výpočet délek kabeláže pro rentgenovou snímkovnu č. 1

Červená trasa představuje vedení kabeláže od dveří *kabinky A* až k ovládacímu stolu, na kterém se bude nacházet signalizační panel. Neuvedená vzdálenost mezi ovládacím stolem a dveřmi do ovladovny v nákresu je 20 cm. Hodnota A odpovídá číslu 100 cm a hodnota B hodnotě 200 cm.

$$V_{\check{c}t} = 90 + 165 + 25 + 210 + 10 + 715 + 80 + 20 + A + B = 1\,615 \text{ cm}$$

Žlutá trasa vede od dveří *kabinky B* k ovládacímu stolu. Rozměry jedné převlékací kabinky jsou 220×165 cm.

$$V_{\check{z}t} = 90 + 220 + 165 + 25 + 210 + 10 + 715 + 80 + 20 + A + B = 1\,835 \text{ cm}$$

Modrá trasa vyjadřuje spojení vstupních dveří z centrální chodby s ovládacím stolem.

$$V_{mt} = 210 + 10 + 715 + 80 + 20 + A + B = 1\,335 \text{ cm}$$

Fialová a současně nejkratší trasa vede od dveří ovladovny k signalizačnímu panelu a je bezdůvodné vést kabeláž ke stropu. Hodnota B je tedy vynechána a místo ní je nutné počítat s hodnotou 100 cm vyjadřující vzdálenost od čidla k povrchu stolu.

$$V_{ft} = 100 + 20 = 120 \text{ cm}$$

Trasa charakteristická zelenou barvou značí vedení kabeláže od dveří ovladovny vpravo, umožňující vjezd lůžka z interní chodby nemocnice, k signalizačnímu panelu.

$$V_{zt} = 275 + 160 + 120 + 20 + A + B = 875 \text{ cm}$$

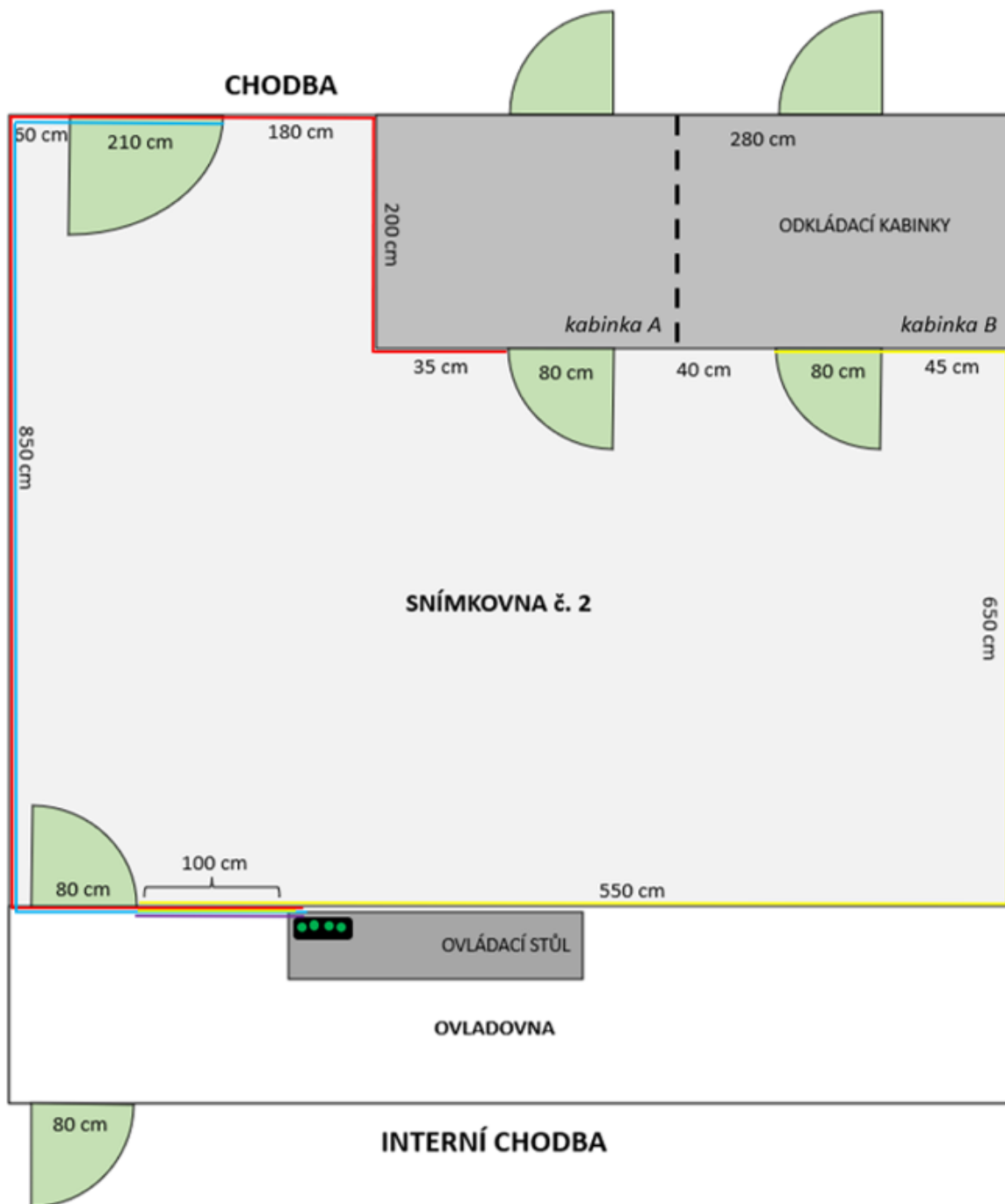
Tabulka 28 Délka kabeláže – rentgenová snímkovna č. 1

Trasa kabeláže	Délka kabeláže (cm)
Červená (kabinka A)	1 615
Žlutá (kabinka B)	1 835
Modrá (chodba)	1 335
Fialová (ovladovna vlevo)	120
Zelená (ovladovna vpravo)	875
Σ	5 780

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023


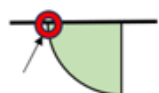
Délka 5 780 cm kabeláže (Tab. 28) bude potřeba pro instalaci na rentgenové snímkovně č. 1.

Rentgenová snímkovna č. 2



Legenda k obrázku:

Měřítko 1 : 45

-  Signalizační panel
-  Vstupní dveře včetně umístění čidla

Obrázek 16 Zakreslení vedení kabeláže – snímkovna č. 2

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Rentgenová snímkovna č. 2 je situována odlišně oproti snímkovně č. 1 zmíněného oddělení.

Výpočet délek kabeláže pro rentgenovou snímkovnu č. 2

Červená trasa představuje vedení kabeláže od dveří *kabinky A* až k ovládacímu stolu, na kterém se bude nacházet signalizační panel, jedná se o délku 2 015 cm. Hodnota A odpovídá číslu 100 cm a hodnota B hodnotě 200 cm.

$$V_{\check{c}t} = 35 + 200 + 180 + 210 + 50 + 850 + 10 + 80 + 100 + A + B = 2\,015 \text{ cm}$$

Žlutá trasa vede od dveří *kabinky B* k ovládacímu stolu.

$$V_{\check{z}t} = 80 + 45 + 650 + 550 + 100 + A + B = 1\,725 \text{ cm}$$

Trasa charakteristická modrou barvou vede od dveří z centrální chodby budovy C k signalizačnímu panelu.

$$V_{mt} = 210 + 50 + 850 + 10 + 80 + 100 + A + B = 1\,600 \text{ cm}$$

Fialová trasa, stejně jako u snímkovny č. 1, je nejkratší cestou od dveří ovladovny s vyvedením na ovládací stůl. Zde není nutné vedení u stropu, proto je kabeláž vedena z čidla v zárubních dveří přímo do výšky ovládacího stolu (100 cm) a dalších 100 cm představuje vzdálenost od dveří ke stolu.

$$V_{ft} = 100 + 100 = 200 \text{ cm}$$

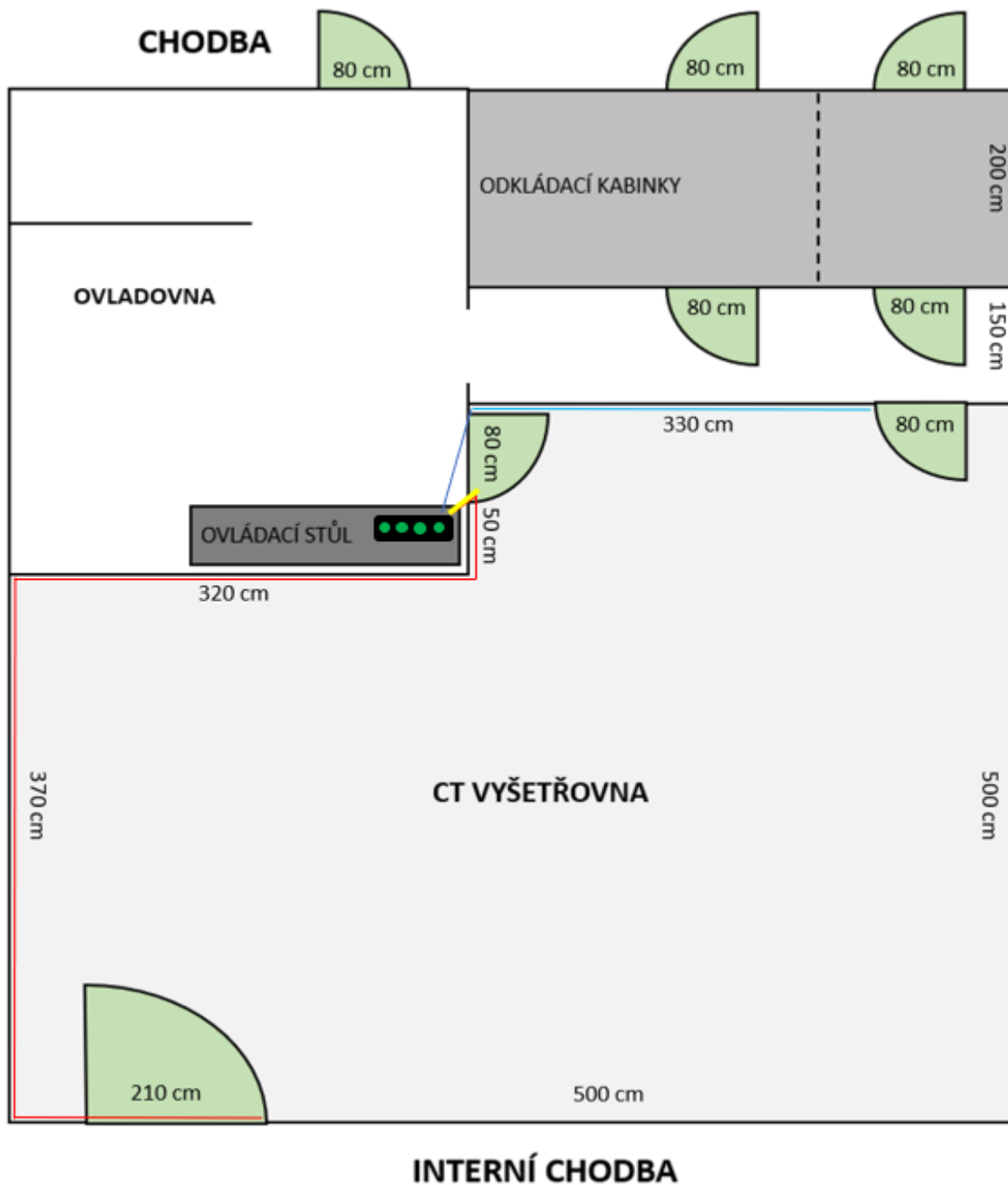
Tabulka 29 Délka kabeláže – rentgenová snímkovna č. 2

Trasa kabeláže	Délka kabeláže (cm)
Červená (kabinka A)	2 015
Žlutá (kabinka B)	1 725
Modrá (chodba)	1 600
Fialová (ovladovna)	200
Σ	5 540

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Sumarizace jednotlivých tras, kde bude vedena kabeláž na rentgenové snímkovně č. 2, činí 5 540 cm (Tab. 29).

Vyšetřovna s CT přístrojem

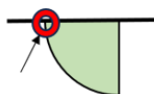


Legenda k obrázku:

Měřítko 1 : 45



Signalizační panel



Vstupní dveře včetně umístění čidla

Obrázek 17 Zakreslení vedení kabeláže – CT vyšetřovna

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Kabeláž u CT vyšetřovny bude vedena pouze ze tří vstupních dveří do signalizačního panelu.

Výpočet délek kabeláže pro vyšetřovnu s CT přístrojem

Červená trasa představuje vedení kabeláže od dveří z interní chodby po ovládací stůl, na kterém se bude nacházet signalizační panel. Hodnota A odpovídá u CT vyšetřovny číslu 100 cm a hodnota C hodnotě 225 cm.

$$V_{\check{c}t} = 210 + 20 + 370 + 320 + 50 + A + C = 1\,295 \text{ cm}$$

Žlutá trasa vede od dveří ovladovny k ovládacímu stolu. V celkové délce 175 cm je započtena vzdálenost mezi umístěním čidla a výškou stolu (125 cm) a délka stolu (50 cm).

$$V_{\check{z}t} = 125 + 50 = 175 \text{ cm}$$

Modrá barva vyjadřuje trasu od dveří umožňujících vstup ambulantním pacientům z odkládacích kabinok po ovládací stůl na ovladovně.

$$V_{mt} = 330 + 80 + A + C = 735 \text{ cm}$$

Tabulka 30 Délka kabeláže – CT vyšetřovna

Trasa kabeláže	Délka kabeláže (cm)
Červená (interní chodba)	1 295
Žlutá (ovladovna)	175
Modrá (od převlékacích kabinok)	735
Σ	2 205

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

Celková délka kabeláže potřebná k instalaci v prostorech vyšetřovny s CT přístrojem činí 2 205 cm (Tab. 30).

Sumarizace potřebné kabeláže pro radiodiagnostické oddělení Nemocnice Třebíč

Sumarizací všech hodnot délky kabeláže pro implementaci bezpečnostního opatření byla autorkou zjištěna celková hodnota. Nejvíce kabeláže bude potřebné pořídit na rentgenové snímkovny, kde se spotřeba pohybuje v průměru 5 660 cm. Množství kabeláže na CT vyšetřovně je výrazně nižší ve srovnání se snímkovnami, pouze 2 205 cm.

Tabulka 31 Celková délka kabeláže – radiodiagnostické oddělení

Typ místnosti	Délka kabeláže (cm)
Rentgenová snímkovna č. 1	5 780
Rentgenová snímkovna č. 2	5 540
CT vyšetřovna	2 205
Σ	13 525

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

$$V_{ct} = 5\,780 + 5\,540 + 2\,205 = 13\,525 \text{ cm}$$

Potřebná délka kabeláže do místností se zdroji ionizujícího záření (V_{ct}) činí 13 525 cm (Tab. 31). V projektu je ke každému kabelu připočtena rezerva (20 cm) k zapojení do signalizačního panelu a čidla, čímž byla délka kabeláže (13 525 cm) navýšena ještě o 240 cm.

$$V_{ctr} = 13\,525 + 240 = 13\,765 \text{ cm}$$

Výsledná délka kabeláže (V_{ctr}) včetně zmíněné rezervy je výpočtu stanovena na 13 765 cm.

Průběh instalace bezpečnostního zařízení

Radiodiagnostické oddělení trebičské nemocnice funguje v nepřetržitém provozu, proto bude nutné zajistit časový prostor pro instalaci bezpečnostního zařízení a omezit provoz pracoviště. Při instalaci elektronických čidel a kabeláže v prostorech rentgenové (RTG) snímkovny č. 1 bude provoz na snímkovně pozastaven a pacienti budou podstupovat diagnostické vyšetření na rentgenové snímkovně č. 2. Během instalace zařízení na rentgenové snímkovně č. 2 bude veškerý provoz směřován na RTG snímkovnu č. 1. V případě CT vyšetřovny bude nutné zcela zastavit provoz pracoviště s CT přístrojem a urgentní vyšetření bude prováděno na radiologickém pracovišti krajské nemocnice v Jihlavě. Nejideálnější termínem pro instalaci bezpečnostního zařízení na CT vyšetřovně je víkend, kdy nejsou nemocnice zahlceny velkým množstvím pacientů.

Informování jednotlivých oddělení nemocnice o omezení provozu radiodiagnostického oddělení bude zajištěno vedoucím radiologickým asistentem s dostatečným předstihem prostřednictvím e-mailové komunikace a nemocničního informačního systému (NIS) FONS Enterprise o omezení provozu komplementárního pracoviště.

Cenový odhad nákladů bezpečnostního opatření

Navrhované opatření, které lze implementovat na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč, bylo autorkou finančně vyčísleno.

Tabulka 32 Náklady bezpečnostního opatření

Položka	Jednotka	Cena (Kč)	Množství	Celkem (Kč)
Kabeláž	cm	0,25	13 765	3 441
Elektronická čidla	ks	300	12	3 600
Signalizační panel	ks	1 720	3	5 160
Montážní práce (externí pracovník)	hod.	600	32	19 200
Σ				31 401 Kč

Pozn.: uvedené ceny jsou včetně DPH.


Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Koupe celkové délky potřebné kabeláže včetně rezervy činí 3 441 Kč (0,25 Kč/cm). Elektronických čidel neboli polohových přepínačů do dveří bude potřeba dvanáct kusů za celkovou cenu 3 600 Kč. Signalizační panely, které budou umístěny do třech místností se zdroji ionizujícího záření, lze pořídit přibližně za částku 5 160 Kč. Veškerá instalace zařízení může být zajištěna externím pracovníkem, který je oprávněný provádět elektrikářské práce a odhadovaná hodinová mzda činí 600 Kč. Alternativou externího pracovníka je interní pracovník nemocnice, který by provedl instalaci v rámci pracovní doby. Náklady na implementaci bezpečnostního opatření se liší v závislosti na zvolené verzi realizace. Pokud bude instalaci zajišťovat externí pracovník, náklady za práci budou činit 19 200 Kč a souhrnný cenový odhad nákladů tedy činí 31 401 Kč (Tab. 32). Náklady za instalaci bezpečnostního opatření interním pracovníkem nebudou navýšeny o dodatečný plat zaměstnance, neboť je placen standardní měsíční mzdou. Implementace opatření bude plně hrazeno z finanční rezervy nemocnice. V době realizace opatření se celková cena může lišit podle nákupu jednotlivých položek.

12.1 Check-list analýza (CLA, Kontrolní list)

Autorkou práce byl vytvořen Check-list (Tab. 33 a Tab. 34). Kontrolní list je metoda, která lze použít ke kontrole funkčnosti a bezproblémového provozu bezpečnostních čidel na radiodiagnostickém oddělení Nemocnice Třebíč.

Tabulka 33 Check-list analýza pro radiodiagnostické oddělení – 1. část

Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace			
Oddělení: Radiodiagnostické oddělení			
Místnost*:			
*RTG snímkovna č. 1, RTG snímkovna č. 2, CT vyšetřovna			
Datum:			
Provedl:		Podpis:	
<u>Kontrola funkčnosti zavedeného opatření – bezpečnostní čidla ve vstupních dveřích</u>			
Kontrolní otázka		ANO	NE
Vizuální kontrola bezpečnostních čidel			
1.	Jsou bezpečnostní čidla čistá?		
2.	Nedošlo k poškození čidla?		
Funkčnost bezpečnostních čidel			
3.	Jsou bezpečnostní čidla technicky funkční?		
4.	Funkční test		
4.1	Otevřete dveře – reagují čidla správně (červená signalizace)?		
4.2	Zavřete dveře – reagují čidla správně (zelená signalizace)?		
4.3	Pokud předchozí odpověď byla NE, uveďte evidenční číslo nefunkčního čidla:		
Signalizační panel			
5.	Signalizuje panel správně aktuální stav dveří? <ul style="list-style-type: none"> • otevřené = červená signalizace • zavřené = zelená signalizace 		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Tabulka 34 Check-list analýza pro radiodiagnostické oddělení – pokračování Tab. 33, 2. část

Kontrola bezpečnostního zařízení			
6.	Byla provedena kontrola bezpečnostního zařízení kvalifikovaným technikem za posledních 12 měsíců?		
7.	Jsou vedeny záznamy o instalaci, pravidelných kontrolách a údržbě bezpečnostního zařízení?		
Personální zajištění			
8.	Byl personál zaškolen, jak správně obsluhovat bezpečnostní zařízení?		
9.	Reaguje zaškolený personál správně na signalizaci panelu?		
10.	Je personál schopný reagovat na poruchy činnosti čidel?		
11.	Jsou jakékoliv problémy s bezpečnostními čidly neprodleně hlášeny vedení oddělení?		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2024

Dotazníkové šetření je rozděleno na pět částí – vizuální kontrola bezpečnostních čidel, funkčnost bezpečnostních čidel, signalizační panel, kontrola bezpečnostního opatření a personální zajištění. Otázku č. 4 (Tab. 33), funkční test bezpečnostních čidel, tvoří dvě části. Funkční test bude prováděn po implementaci opatření povinně u každého bezpečnostního čidla, aby došlo k případnému odhalení technických nedostatků. Odpovědná osoba, provádějící kontrolu, musí zaznamenat v případě nefunkčnosti některého z čidel evidenční číslo poškozeného elektronického čidla do Check-listu.

Číselné vyhodnocení Check-listu bude provedeno pomocí níže zmíněných matematických vzorců (Risk Analysis of Infrastructure Networks in Response to Extreme Weather, 2015):

- výpočet pro kladné odpovědi: $S_{klo} = (\Sigma S_{klo} / \Sigma C_{ot}) \times 100 \%$
- výpočet pro záporné odpovědi: $S_{zo} = (\Sigma S_{zo} / \Sigma C_{ot}) \times 100 \%$

kde ΣC_{ot} je součet všech odpovědí v kontrolním seznamu, ΣS_{klo} představuje součet kladných odpovědí (ANO) a ΣS_{zo} je suma záporných odpovědí (NE) v Check-listu. Výsledná hodnota se uvede v procentech (%) do příslušné tabulky (Tab. 35). (Risk Analysis of Infrastructure Networks in Response to Extreme Weather, 2015)

Tabulka 35 Vyhodnocení Check-listu pro radiodiagnostické oddělení

	Počet odpovědí	%
Celkový počet otázek dotazníku (ΣC_{ot})	13	100
Suma všech kladných odpovědí (ΣS_{klo})		
Suma všech záporných odpovědí (ΣS_{zo})		

Zdroj: Vlastní zpracování podle Risk Analysis of Infrastructure Networks in Response to Extreme Weather, 2015

Autorka uvedla možný příklad budoucího využití Check-listu po implementaci navrhovaného opatření – instalace bezpečnostních čidel ve vstupních dveřích. Příložený Check-list bude vyplňován jednou ročně vedoucím pracovníkem radiodiagnostického oddělení, případně pověřeným zástupcem vedoucího oddělení.

ZÁVĚR

Diplomová práce zaměřená na ochranu osob na radiologických pracovištích byla rozdělena na teoretický vstup, analyticko-empirickou část a aplikační část. Cílem práce bylo zmapovat a vyhodnotit radiační ochranu na radiodiagnostickém oddělení v Nemocnici Třebíč.

Vyhodnocení zavedené ochrany personálu před ionizujícím zářením za stanovené časové období bylo předmětem hlavního cíle diplomové práce, který byl splněn. Výsledky provedeného analyticko-empirického výzkumu prokázaly, že úroveň radiační ochrany na zkoumaném radiologickém pracovišti je adekvátní. Radiační pracovníci trebičské nemocnice obdrželi v převážné většině nulové expozice ionizujícím zářením při výkonu práce v letech 2018–2024. Výjimečně byly obdrženy nenulové hodnoty efektivní dávky a osobního dávkového ekvivalentu v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 0,07 mm a 10 mm personálem radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč. Autorkou bylo navrženo řešení možné příčiny obdržení nízkých, ačkoliv nenulových hodnot expozice. Implementací bezpečnostních čidel do zárubní vstupních dveří místností se zdroji ionizujícího záření lze dosáhnout předcházení méně kvalitně zavřených dveří, mající možný vliv na obdržení nenulové dávky ionizujícího záření při výkonu práce radiačního pracovníka. Konečný výsledek výzkumu prokázal, že u žádného zaměstnance nebyly překročeny limity pro radiačního pracovníka stanovené v § 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb., vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, které jsou stanoveny pro roční efektivní dávky zevního ozáření 20 mSv a pro efektivní dávky zevního ozáření 100 mSv za pět po sobě jdoucích let. Veškeré výzkumné otázky byly zodpovězeny a podloženy provedeným výzkumem.

Radiodiagnostické oddělení Nemocnice Třebíč tvoří převážně personál ženského pohlaví všech pracovních pozic – radiologické asistenty, radiology i zdravotní sestry; z hlediska věku jsou přítomní zaměstnanci oddělení převážně středního věku (40–65 let). Zkoumané komplementární oddělení patří mezi finančně náročná oddělení, ale z pohledu diagnostiky zdravotních problémů pacientů mezi velmi významná a nepostradatelná. Roční náklady na provoz se pohybují až v řádově desítek miliónů korun, které jsou hrazeny skrze platby pojišťoven. Nemocnice pro nákup přístrojů kromě vlastních finančních zdrojů využívá i poskytnuté finanční dary a dotace.

Analýza aktuální situace radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč přinesla poznatky a zpětnou vazbu především pro samotné oddělení, ale také pro trebičskou nemocnici.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

About WHO, c2024. Online. World Health Organization. Dostupné z: <https://www.who.int/about>. [cit. 2024-01-23].

Annals of the ICRP, c2023. Online. SageJournals. International Commission of Radiological Protection. Dostupné z: <https://journals.sagepub.com/description/ANI>. [cit. 2023-11-29].

BAATOUT, Sarah (ed.), 2023. *Radiobiology Textbook*. Online. Springer. ISBN 978-3-031-18810-7. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-031-18810-7>. [cit. 2023-10-19].

Celotělová dozimetrie, c2022. Online. VF NUCLEAR. Dostupné z: <https://www.dozimetrie.cz/dozimetrie/1/celotelova-dozimetrie>. [cit. 2023-11-01].

Detekce a spektrometrie ionizujícího záření: Termoluminiscenční a fotoluminiscenční (OSL) dozimetrie, b. r. Online. ULLMANN, Vojtěch. Astro Nukl Fyzika. Ostrava. Dostupné z: <https://astronuklfyzika.cz/DetekceSpektrometrie.htm>. [cit. 2023-11-23].

Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizujícího záření: Osobní monitorování, část I. – zevní ozáření, 2019. Online. In: Státní úřad pro jadernou bezpečnost. 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. 2024-03-03].

Elektromagnetické spektrum, c2023. Online. Army.cz. Praha: Ministerstvo obrany ČR. Dostupné z: https://www.army.cz/images/id_8001_9000/8753/radar/k21.htm. [cit. 2023-08-27].

Evropské společenství pro atomovou energii – Euratom. Online. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/evropska-unie/evropske-spolecenstvi-pro-atomovou-energii-euratom/>. [cit. 2024-01-02].

FONTI, Rosa; CONSON, Manuel a DEL VECCHIO, Silvana, 2019. PET/CT in radiation oncology. Online. *Seminars in Oncology*. Roč. 46, č. 3, s. 202–209. ISSN 00937754. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2019.07.001>. [cit. 2023-10-18].

Formuláře a další informace o správním řízení, povolení, registraci, ohlášení, hlášení dovozu atd. Online. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Dostupné z: <https://sujb.gov.cz/radiacni-ochrana/formulare-a-dalsi-informace-o-spravnim-rozeni-povoleni-registraci-ohlaseni-hlaseni-dovozu-atd/>. [cit. 2024-03-10].

GASPARIAN, P. B. R.; MALTHEZ, A. L. M. C.; MARIANO, L.; CAMPOS, L. L. a POLITANO, R., 2023. An overview study on the TL and OSL dosimetry patent processes over time. Online. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*. 2023-03-03, roč. 11, č. 01, s. 1–15. ISSN 2319-0612. Dostupné z: <https://doi.org/10.15392/2319-0612.2023.2107>. [cit. 2023-10-19]. (Gasparian et al., 2023)

HANČÍKOVÁ, Lenka, 2008. Nemoci způsobené ionizujícím zářením. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/16121/120005328.pdf?sequence=1>.

HYNKOVÁ, Ludmila a ŠLAMPA, Pavel, 2012. *Základy radiační onkologie*. Brno. ISBN 978-80-210-6061-6.

Ing. Dušan Olejář, c1996–2023. Online. Firmy.cz. Dostupné z: <https://www.firmy.cz/detail/203133-ing-dusan-olejar-praha-vokovice.html>. [cit. 2023-12-16].

Interní dokumentace Nemocnice Třebíč, 2024. Nemocnice Třebíč.

KOMISOVA, T.; HONCHARENKO, M. a SLIPTSOVA, N., 2023. MAIN SOURCES OF IONIZING RADIATION AND ITS IMPACT ON THE POPULATION. Online. *Naukovì Dopovidì Nacional'nogo Unìversitetu Bioresursiv ì Prirodokoristuvannâ Ukraïni*. Roč. 2023, č. 3/103. ISSN 22231609. Dostupné z: [https://doi.org/10.31548/dopovidi3\(103\).2023.002](https://doi.org/10.31548/dopovidi3(103).2023.002). [cit. 2023-10-19].

Komplementární oddělení, c2023. Online. Nemocnice Třebíč. Dostupné z: <https://www.nem-tr.cz/komplementarni-oddeleni/>. [cit. 2023-10-30].

KOZÁK, Jiří; NEKULA, Josef a VOMÁČKA, Jaroslav, 2015. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty*. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4508-3.

KUBINYI, Jozef; SABOL, Jozef a VONDRÁK, Andrej, 2018. *Principy radiační ochrany v nukleární medicíně a dalších oblastech práce s otevřenými radioaktivními látkami*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-0168-9.

List of Member States, c1998–2023. Online. International Atomic Energy Agency. Dostupné z: <https://www.iaea.org/about/governance/list-of-member-states>. [cit. 2023-11-29].

Mezinárodní agentura pro atomovou energii. Online. Ministerstvo zahraničních věcí České republiky: Stálá mise České republiky při OSN, OBSE a ostatních mezinárodních organizacích ve Vídni. Dostupné z: https://www.mzv.cz/mission.vienna/cz/organizace_v_p_usobnosti_mise/ostatni_mezinarodni_organizace/mezinarodni_agentura_pro_atomovou/index.html. [cit. 2023-11-29].

Místní radiologické standardy – radiodiagnostika: REVOLUTION EVO, vyšetřovna CT, 2021. Nemocnice Třebíč.

Místní radiologické standardy – radiodiagnostika: YSIO, vyšetřovna YI, 2021. Nemocnice Třebíč.

Modernizace přístrojového vybavení a technologií v Nemocnici Třebíč. Online, video. In: YouTube. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=sfd7StfrFVA>. [cit. 2023-07-31].

Národní radiologické standardy, c2023. Online. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/category/programy-a-strategie/lekarske-ozareni/narodni-radiologicke-standardy/>. [cit. 2023-07-10].

O nemocnici: Základní údaje, c2023. Online. Nemocnice Třebíč. Dostupné z: <https://www.nem-tr.cz/zakladni-udaje-11-10/>. [cit. 2023-07-28].

O společnosti VF, c2022. Online. VF NUCLEAR. Česká republika. Dostupné z: <https://www.vfnuclear.com/o-spolecnosti-vf>. [cit. 2023-11-02].

O SÚJB. Online. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod>. [cit. 2023-11-29].

O SÚRO, v. v. i., c2023. Online. Státní ústav radiační ochrany, v. v. i. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/suro>. [cit. 2023-11-29].

OLE: měření a posuzování zdrojů RTG záření. Online. Praha. Dostupné z: <https://olejar.cz/index.php>. [cit. 2023-08-18].

Olovněná zástěra: model 650 superlight Blue 23 přední strana, c2004–2021. Online. Quirumed. Dostupné z: <https://www.quirumed.com/cz/olovena-zastera-model-650-superlight-blue-23-predni-ochrana.html>. [cit. 2023-07-31].

Osobní monitorování: Část I. – zevní ozáření. Online. In: *Státní úřad pro jadernou bezpečnost.* Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/D_R-RO-6D.1_REV._0.0_Doporuceni_Osobni_Monitorovani_cast_I.pdf. [cit. 2023-11-01].

Protokol o vyhodnocení osobních dozimetrů: Vyhodnocení celotělových dozimetrů.
Černá Hora: VF NUCLEAR.

Prstová dozimetrie, c2022. Online. VF NUCLEAR. Dostupné z: <https://www.dozimetrie.cz/dozimetrie/2/prstova-dozimetrie>. [cit. 2023-11-01].

PUERTA-ORTIZ, J. Anselmo a MORALES-ARAMBURO, Javier, 2020. Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes. Online. *Revista Colombiana de Cardiología*. Roč. 27, s. 61–71. ISSN 01205633. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.01.005>. [cit. 2023-08-26].

Radiation Protection in Medicine: Setting the Scene for the Next Decade, 2015. Online. Vienna: International Atomic Energy Agency. ISBN 978-92-0-103914-9. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1663_web.pdf. [cit. 2023-10-31].

Risk Analysis of Infrastructure Networks in Response to Extreme Weather: CL – Check list, 2015. Online. In: RAIN Project. Žilina. Dostupné z: <https://rain-project.eu/wp-content/uploads/2017/08/D3.2-Transport-infrastructure-protection-methods.pdf>. [cit. 2024-02-20].

RÜHM, W.; CLEMENT, C.; COOL, D.; LAURIER, D.; BOCHUD, F. et al., 2022. Summary of the 2021 ICRP workshop on the future of radiological protection. Online. *Journal of Radiological Protection*. 2022-05-27, roč. 42, č. 2. ISSN 0952-4746. Dostupné z: <https://doi.org/10.1088/1361-6498/ac670e>. [cit. 2023-11-29].

SKIBOVÁ, Daniela, 2021. *Biologické účinky ionizujícího záření a radiační ochrana*. Online. In: Ústav nukleární medicíny 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice v Praze. Dostupné z: https://unm.lf1.cuni.cz/vyuka/Zubari_2021.pdf. [cit. 2023-07-28].

Směrnice Rady 2013/59/Euratom, 2013. Online. EUR-Lex. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013L0059>. [cit. 2023-12-30].

Směrnice Rady 2014/87/Euratom, 2014. Online. EUR-Lex. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0087>. [cit. 2023-12-30].

STOCKHAM, Abigail L.; WILKINSON, Allan a SINGH, Arun D., 2019. Principles of Radiation Therapy. Online. *Clinical Ophthalmic Oncology*. S. 107–115. ISBN 978-3-030-04488-6. Dostupné z: https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-04489-3_11. [cit. 2023-10-18].

Stručný přehled biologických účinků záření, b. r. Online. Státní úřad pro jadernou bezpečnost. Dostupné z: <https://sujb.gov.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>. [cit. 2024-03-01].

Studijní programy, c2023. Online. Univerzita Palackého v Olomouci: Fakulta zdravotnických věd. Dostupné z: <https://www.fzv.upol.cz/studujte-u-nas/studijni-programy/#c55766>. [cit. 2023-11-27].

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

SWOT analýza a její využití, 2019. Online. Bridge. Dostupné z: <https://www.ecommercebridge.cz/swot-analyza-a-jeji-vyuziti/>. [cit. 2024-01-20].

Školení radiační ochrany: Test radiační ochrany, c2002–2023. Online. Kraj Vysočina. Jihlava. Dostupné z: <https://skoleni.kr-vysocina.cz/login/index.php>. [cit. 2023-07-30].

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2003. In: *Věstníky*. Částka 11. Dostupné také z: <https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/wepub/1895/5861/Vestnik%2011-2003.pdf>.

Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, 2021. In: *Věstníky*. Částka 3. Dostupné také z: https://www.mzcr.cz/wp-content/uploads/2021/03/Vestnik-MZ_3-2021.pdf.

Vyhláška č. 422/2016 Sb. Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>.

Vyhláška č. 79/2013 Sb., o provedení některých ustanovení zákona č. 373/2011 Sb., o specifických zdravotních službách, (vyhláška o pracovnělékařských službách a některých druzích posudkové péče), 2013. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-79/>

Výroční zprávy 2017–2024, c2024. Online. In: Nemocnice Třebíč. Dostupné z: <https://www.nem-tr.cz/vyrocní-zpravy-8-11/>. [cit. 2024-04-06].

Vyšetření magnetickou rezonancí: Standard nelékařského postupu, 2021. Nemocnice Třebíč.

Vzdělávací portál Kraje Vysočina, c2002–2023. Online. Kraj Vysočina. Jihlava. Dostupné z: <https://skoleni.kr-vysocina.cz/login/index.php>. [cit. 2023-07-30].

Zákon č. 263/2016 Sb. Zákon atomový zákon, 2016. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263/zneni-20220201>.

Zdravotní pojišťovny, 2020. Online. Ministerstvo zdravotnictví České republiky. Dostupné z: <https://www.mzcr.cz/zdravotni-pojistovny-2/>. [cit. 2024-01-31].

ZIDOUH, I.; ARECTOUT, A.; BELLAHSAOUIA, M.; ELAARABI, D.; CHAMLAL, H. et al., 2023. Comparison of OSL and TL dosimetry systems against IEC and ICRP standards. Online. *Applied Radiation and Isotopes*. Roč. 196. ISSN 09698043. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apradiso.2023.110732>. [cit. 2023-11-01].

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

^{111}In	Indium
^{131}I	Jód
^{18}F	Fluor
^{232}Th	Thorium
^{238}U	Uran
3D-CRT	Trojrozměrná komfortní radioterapie
^{40}K	Draslík
^{99}Mo	Molybden
ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
Bc.	Bakalářský titul
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
Bq, MBq	Becquerel, megabecquerel
COS	Centrální operační sály
CT	Computed Tomography
ČR	Česká republika
DiS.	Diplomovaný specialista
DPH	Daň z přidané hodnoty
E	Efektivní dávka
FN	Fakultní nemocnice
H ₂ O	Voda, sloučenina vodíku a kyslíku
Hp(0,07)	Osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 0,07 mm
Hp(10)	Osobní dávkový ekvivalent v daném bodě pod povrchem těla v hloubce tkáně 10 mm
IAEA	International Atomic Energy Agency

ICRP	International Commision on Radiological Protection
IEC	International Electrotechnical Commission
IMRT	Radioterapie s modulovanou intenzitou
ISOE	Information System on Occupational Exposure
IZ	Ionizující záření
JE	Jaderná elektrárna
JIP	Jednotka intenzivní péče
Kč	Koruna česká
keV	Kiloelektronvolt
ks	Kus
LET	Lineární přenos energie
mg/ml	Miligram na mililitr
ml	Mililitr
mmol/ml	Milimol na mililitr
MR	Magnetická rezonance
MRS	Místní radiologické standardy
MUDr.	Doktor medicíny
MZ ČR	Ministerstvo zdravotnictví České republiky
např.	Například
NIS	Nemocniční informační systém
NM	Nukleární medicína
NRS	Národní radiologické standardy
OOPP	Osobní ochranné pracovní prostředky
ORL	Otorhinolaryngologie
OSL	Opticky stimulovaná luminiscence
PACS	Picture Archiving and Communication System

Pb	Olovo
PET	Positron Emission Tomography
RDG	Radiodiagnostika, radiodiagnostické
RT	Radioterapie
RTG	Rentgen, rentgenové
SPECT	Single Photon Emission Computed Tomography
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
SÚKL	Státní ústav pro kontrolu léčiv
Sv, mSv	Sievert, milisievert
TLD	Termoluminiscenční dozimetr
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
UZ	Ultrasonografie, ultrazvukové
WHO	World Health Organization
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Fotoelektrický jev.....	18
Obrázek 2 Comptonův rozptyl.....	19
Obrázek 3 Biologické účinky ionizujícího záření.....	21
Obrázek 4 Stochastický účinek.....	22
Obrázek 5 Deterministický účinek	22
Obrázek 6 Prstový TLD dozimetr.....	29
Obrázek 7 Osobní OSL dozimetr.....	30
Obrázek 8 Logo Nemocnice Třebíč.....	38
Obrázek 9 Areál Nemocnice Třebíč	39
Obrázek 10 Radiodiagnostické přístroje – A) Skiagrafický rentgenový přístroj; B) CT přístroj; C) Ultrazvukový přístroj	44
Obrázek 11 Vzorová testová otázka	49
Obrázek 12 Výsledek SWOT analýzy	80
Obrázek 13 Legenda k výkresům	86
Obrázek 14 Zakreslení vedení kabeláže – snímkovna č. 1	87
Obrázek 15 Snímkovna č. 1 – A) Pohled ze dveří ovladovny; B) Pohled na ovladovnu	88
Obrázek 16 Zakreslení vedení kabeláže – snímkovna č. 2	90
Obrázek 17 Zakreslení vedení kabeláže – CT vyšetřovna.....	92

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Pohlaví zaměstnanců	45
Tabulka 2 Věkové zastoupení zaměstnanců	46
Tabulka 3 Pracovní pozice zaměstnanců	47
Tabulka 4 Vzdělání zaměstnanců	47
Tabulka 5 Ceny kontrastních látek	52
Tabulka 6 Roční náklady radiodiagnostického oddělení v letech 2018–2023	53
Tabulka 7 Ceník vyšetření prováděných na radiodiagnostickém oddělení – 1. část	54
Tabulka 8 Ceník vyšetření prováděných na radiodiagnostickém oddělení – pokračování Tab. 7, 2. část	55
Tabulka 9 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2018.....	57
Tabulka 10 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2019.....	58
Tabulka 11 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2020.....	59
Tabulka 12 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2021.....	60
Tabulka 13 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2022.....	61
Tabulka 14 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2023.....	62
Tabulka 15 Roční hodnoty osobních dávek za rok 2024.....	63
Tabulka 16 Roční hodnoty za rok 2018.....	65
Tabulka 17 Roční hodnoty za rok 2019.....	66
Tabulka 18 Roční hodnoty za rok 2020.....	67
Tabulka 19 Roční hodnoty za rok 2021.....	68
Tabulka 20 Roční hodnoty za rok 2022.....	69
Tabulka 21 Roční hodnoty za rok 2023.....	70
Tabulka 22 SWOT analýza radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč.....	72
Tabulka 23 Silné stránky (S)	76
Tabulka 24 Slabé stránky (W)	77
Tabulka 25 Příležitosti (O)	78
Tabulka 26 Hrozby (T)	78
Tabulka 27 Výsledky SWOT analýzy	79
Tabulka 28 Délka kabeláže – rentgenová snímkovna č. 1.....	89
Tabulka 29 Délka kabeláže – rentgenová snímkovna č. 2.....	91
Tabulka 30 Délka kabeláže – CT vyšetřovna	93
Tabulka 31 Celková délka kabeláže – radiodiagnostické oddělení	94
Tabulka 32 Náklady bezpečnostního opatření.....	95
Tabulka 33 Check-list analýza pro radiodiagnostické oddělení – 1. část.....	96

Tabulka 34 Check-list analýza pro radiodiagnostické oddělení – pokračování Tab. 33, 2. část	97
Tabulka 35 Vyhodnocení Check-listu pro radiodiagnostické oddělení.....	98

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Silné stránky (Strengths)	77
Graf 2 Slabé stránky (Weaknesses)	77
Graf 3 Příležitosti (Opportunities)	78
Graf 4 Hrozby (Threats)	79

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I: Žádost o poskytnutí informací – expozice pracovníků

Příloha II: Žádost o poskytnutí informací – finanční zdroje

Příloha III: Dotazníkové šetření pro zaměstnance radiodiagnostického oddělení
Nemocnice Třebíč

Příloha IV: Limity pro radiační pracovníky Nemocnice Třebíč – souhrnné vyhodnocení

Příloha V: Dílčí finanční náklady radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč
(Ing. Dušan OLEJÁR)

Příloha VI: Dílčí finanční náklady radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč
(VF, a.s.)

Příloha VII: Karta radiačního pracovníka

Příloha VIII: Šetření příčin vyšší osobní dávky

PŘÍLOHA I: ŽÁDOST O POSKYTNUTÍ INFORMACÍ – EXPOZICE PRACOVNÍKŮ

ŽÁDOST O POSKYTNUTÍ INFORMACÍ PRO STUDIJNÍ ÚČELY

v souvislosti se závěrečnou diplomovou prací

Jméno a příjmení žadatele: Bc. Andrea Zlatušková

Datum narození: [REDACTED]

Telefon: +420 [REDACTED]

E-mail: [REDACTED]

Adresa trvalého bydliště: [REDACTED]

Název školy: Fakulta logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Obor studia: Bezpečnost společnosti – Ochrana obyvatelstva

Téma závěrečné práce: Ochrana osob na radiologických pracovištích

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Eleonóra Benčíková, Ph.D., MPH, MHA

Účel žádosti: zjišťování informací pro zpracování diplomové práce – obdržené dávky zaměstnanci radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč

Data budou zjišťována za období: leden 2017 až březen 2024

Žadatel bere na vědomí, že získaná data mohou být použita pouze pro účel uvedený v této žádosti. Další nakládání s daty bez souhlasu Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace pro jiný účel je považováno za neoprávněné.

V Třebíči dne 10. 4. 2023

[REDACTED]
.....
žadatel

Vyplňuje Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace:

Nemocnice Třebíč souhlasí s poskytnutím výše uvedených informací pro studijní účely.

V Třebíči dne 11.4.23

BAO [REDACTED]
.....
Mgr. Alena Hošková

NTP0/6656/2023

PŘÍLOHA II: ŽÁDOST O POSKYTNUTÍ INFORMACÍ – FINANČNÍ ZDROJE

NTP0/20957/2023

ŽÁDOST O POSKYTNUTÍ INFORMACÍ PRO STUDIJNÍ ÚČELY

v souvislosti se závěrečnou diplomovou prací

Jméno a příjmení žadatele: Bc. Andrea Zlatušková

Datum narození: [REDACTED]

Telefon: +420 [REDACTED]

E-mail: [REDACTED]

Adresa trvalého bydliště: [REDACTED]

Název školy: Fakulta logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Studijní program: Bezpečnost společnosti – Ochrana obyvatelstva

Téma závěrečné práce: Ochrana osob na radiologických pracovištích

Vedoucí práce: Mgr. Ing. Eleonóra Benčíková, PhD., MPH, MHA

Účel žádosti: zjišťování informací pro zpracování diplomové práce – finanční zdroje na provoz radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč

- Služby osobní dozimetrie na RDG oddělení, soustavný dohled nad radiační ochranou, zajištění výkonu radiologického fyzika, zkoušky provozní stálosti, zkoušky dlouhodobé stability, kontrastní přípravky a celkové náklady RDG oddělení 2018-2023

Data budou zjišťována za období: leden 2018 až duben 2024

Žadatel bere na vědomí, že získaná data mohou být použita pouze pro účel uvedený v této žádosti. Další nakládání s daty bez souhlasu Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace pro jiný účel je považováno za neoprávněné.

V Třebíči dne 20. 11. 2023

[REDACTED]

žadatel

Vyplňuje Nemocnice Třebíč, příspěvková organizace:

Nemocnice Třebíč *souhlasí/nesouhlasí** s poskytnutím výše uvedených informací pro studijní účely.

V Třebíči dne

[REDACTED]

Mgr. Alena Hošková

20. 11. 2023

* nehodící se škrtněte

**PŘÍLOHA III: DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ PRO ZAMĚSTNANCE
RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ**

DOTAZNÍK PRO ZAMĚSTNANCE RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ pro účely zpracování diplomové práce – <i>Ochrana osob na radiologických pracovištích</i>	
Jméno zaměstnance*:	
Datum vyplnění:	
<i>Vyberte v následujících otázkách vždy jednu odpověď:</i>	
Pohlaví:	<input type="radio"/> Žena <input type="radio"/> Muž
Věk:	<input type="radio"/> 24–30 <input type="radio"/> 31–35 <input type="radio"/> 36–40 <input type="radio"/> 41–45 <input type="radio"/> 46–50 <input type="radio"/> 51–55 <input type="radio"/> 56–60 <input type="radio"/> 61+
Pracovní pozice:	<input type="radio"/> Radiologický asistent <input type="radio"/> Lékař – radiolog <input type="radio"/> Zdravotní sestra
Dosažené vzdělání:	<input type="radio"/> Střední zdravotnická škola <input type="radio"/> Nástavbové studium s maturitou <input type="radio"/> Vyšší odborná škola (DiS.) <input type="radio"/> Vysoká škola (Bc.) <input type="radio"/> Vysoká škola (MUDr.)

**V diplomové práci nebudou autorkou zveřejněny informace, které by mohly vést k identifikaci zaměstnanců, a to v souladu se zákonem č. 110/2019 Sb., o zpracování osobních údajů (např. jména zaměstnanců).*

Děkuji za vyplnění.

Bc. Andrea Zlatušková

Zdroj: Vlastní zpracování, 2023

PŘÍLOHA IV: LIMITY PRO RADIAČNÍ PRACOVNÍKY NEMOCNICE TŘEBÍČ – SOUHRNNÉ VYHODNOCENÍ

Limity pro radiační pracovníky (§ 4 vyhlášky č. 422/2016 Sb.)							
Zaměstnanec	E (mSv)/2018	E (mSv)/2019	E (mSv)/2020	E (mSv)/2021	E (mSv)/2022	E (mSv)/2023	E (mSv)/2019-2023
radiologický asistent 01	0	0	0	0	0,05	0	0,05
radiologický asistent 02	0,06	0	0,23	0,10	0	0	0,33
radiologický asistent 03	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 04	0	0,13	0	0	0,05	0	0,18
radiologický asistent 05	0	0	0,05	0	0	0	0,05
radiologický asistent 06	0	0	0,22	0	0	0,05	0,27
radiologický asistent 07	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 08	0	0	0	0	0	0	0
radiologický asistent 09	0	0,05	0	0	0	0	0,05
radiologický asistent 10	0,32	0,10	0	0,08	0	0,06	0,24
lékař – radiolog 01	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 02	0	0	0	0,05	0	0	0,05
lékař – radiolog 03	0	0,05	0	0	0	0	0,05
lékař – radiolog 04	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 05	0	0	0	0	0	0	0
lékař – radiolog 06	0	0,05	0	0	0	0	0,05
zdravotní sestra 01	0	0	0	0,10	0	0,26	0,36
zdravotní sestra 02	0	0	0	0	0	0	0
Vyhodnocení	≤ 20 mSv	≤ 20 mSv	≤ 20 mSv	≤ 20 mSv	≤ 20 mSv	≤ 20 mSv	≤ 100 mSv

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů VF, a.s., 2024

**PŘÍLOHA V: DÍLČÍ FINANČNÍ NÁKLADY RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ
(ING. DUŠAN OLEJÁR) – 1. ČÁST**

Ing. Dušan OLEJÁR - 2018	Kč	Ing. Dušan OLEJÁR - 2019	Kč
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti 9/2018	13 915	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti pro rtg I/2019	13 915
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti pro rtg 12/2018	13 915	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti pro rtg II/2019	11 979
Měsíční zkoušky provozní stálosti 1/2018	4 114	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti pro rtg III/2019	11 979
Měsíční zkoušky provozní stálosti 2/2018	3 025	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti pro rtg IV/2019	11 979
Měsíční zkoušky provozní stálosti pro rtg, CT 4/2018	3 025	Roční zkoušky provozní stálosti 2019	11 495
Roční zkoušky provozní stálosti (diagnostické displeje)	6 655	Soustavný dohled nad RO I/2019	3 267
Soustavný dohled nad RO I/2018	3 267	Soustavný dohled nad RO II/2019	3 267
Soustavný dohled nad RO II/2018	3 267	Soustavný dohled nad RO III/2019	3 267
Soustavný dohled nad RO III/2018	3 267	Soustavný dohled nad RO IV/2019	3 267
Soustavný dohled nad RO IV/2018	7 139	Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2018	6 655	Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2019	8 591
Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2018	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2019	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2018	4 719	Zkouška dlouhodobé stability CT	7 018
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	10 164	Zkouška dlouhodobé stability RTG	6 776
Zkouška dlouhodobé stability skiagraf. mobilního rtg	6 171	Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	4 235
Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C ramen	10 164	Zkouška dlouhodobé stability skiaskopických mobilních C ramen	12 100
Zkouška provozní stálosti pro rtg	13 915	Zkouška dlouhodobé stability skiaskopických mobilních C ramen	5 082
Zkoušky provozní stálosti pro rtg	6 413	Zkoušky provozní stálosti pro rtg	13 915
Celkem	166 980	Celkem	184 041

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2023

**PŘÍLOHA V: DÍLČÍ FINANČNÍ NÁKLADY RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ
(ING. DUŠAN OLEJÁR) – 2. ČÁST**

Ing. Dušan OLEJÁR - 2020	Kč	Ing. Dušan OLEJÁR - 2021	Kč
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti I/2020	11 979	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti I/2021	14 762
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti II/2020	12 826	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti II/2021	12 826
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti III/2020	14 762	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti III/2021	14 762
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti IV/2020	14 762	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti IV/2021	14 762
Roční zkoušky provozní stálosti (diagnostické displeje)	10 527	Roční zkoušky provozní stálosti (diagnostické displeje)	9 801
Soustavný dohled nad RO I/2020	3 267	Soustavný dohled nad RO I/2021	3 267
Soustavný dohled nad RO II/2020	3 267	Soustavný dohled nad RO II/2021	3 267
Soustavný dohled nad RO III/2020	3 267	Soustavný dohled nad RO III/2021	3 267
Soustavný dohled nad RO IV/2020	5 203	Soustavný dohled nad RO IV/2021	5 203
Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2020	6 534	Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2021	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2020	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2021	4 719
Zkouška dlouhodobé stability CT	7 018	Zkouška dlouhodobé stability RTG Fluorostar	5 082
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171	Zkouška dlouhodobé stability RTG TMX R+	6 171
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	2 965	Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171	Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171
Zkouška dlouhodobé stability skiagraf. mobilního rtg	6 171	Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C ramen	12 100
Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C ramen	17 182	Celkem	174 240
Celkem	183 981		

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2023

**PŘÍLOHA V: DÍLČÍ FINANČNÍ NÁKLADY RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ
(ING. DUŠAN OLEJÁR) – 3. ČÁST**

Ing. Dušan OLEJÁR - 2022	Kč	Ing. Dušan OLEJÁR - 2023	Kč
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti I/2022	11 979	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti I/2023	13 915
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti II/2022	11 979	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti II/2023	13 915
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti III/2022	13 915	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti III/2023	14 762
Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti IV/2022	13 915	Čtvrtletní zkoušky provozní stálosti IV/2023	13 915
Roční zkoušky provozní stálosti (CR kazety)	8 470	Roční zkoušky provozní stálosti (CR kazety)	8 712
Roční zkoušky provozní stálosti (diagnostické displeje)	7 260	Roční zkoušky provozní stálosti (diagnostické displeje)	11 314
Soustavný dohled nad RO I/2022	3 267	Soustavný dohled nad RO I/2023	3 267
Soustavný dohled nad RO II/2022	3 267	Soustavný dohled nad RO II/2023	5 808
Soustavný dohled nad RO III/2022	3 267	Soustavný dohled nad RO III/2023	3 267
Soustavný dohled nad RO IV/2022	5 203	Soustavný dohled nad RO IV/2023	3 267
Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 1/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 2/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 3/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 4/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 5/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 6/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 7/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2022	6 752	Zajištění výkonu radiologického fyzika 8/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 9/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 10/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 11/2023	4 719
Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2022	4 719	Zajištění výkonu radiologického fyzika 12/2023	4 719
Zkouška dlouhodobé stability RTG Fluorostar	7 018	Zkouška dlouhodobé stability skiagraf. mobilního rentgenu	4 235
Zkouška dlouhodobé stability RTG TMX R+	4 235	Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171	Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171
Zkouška dlouhodobé stability rtg zařízení	6 171	Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C-ramen	7 018
Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C-ramen	7 018	Zkouška dlouhodobé stability skiaskop. mobilních C-ramen	7 018
Celkem	171 796	Celkem	171 397

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2024

**PŘÍLOHA VI: DÍLČÍ FINANČNÍ NÁKLADY RADIODIAGNOSTICKÉHO ODDĚLENÍ NEMOCNICE TŘEBÍČ
(VF, A.S.)**

Služby osobní dozimetrie – radiodiagnostického oddělení Nemocnice Třebíč (VF, a.s.)											
2018	Kč	2019	Kč	2020	Kč	2021	Kč	2022	Kč	2023	Kč
Leden	2 531	Leden	2 756	Leden	2 755	Leden	2 542	Leden	2 558	Leden	2 345
Únor	2 350	Únor	2 673	Únor	2 785	Únor	2 572	Únor	2 558	Únor	4 011
Březen	2 437	Březen	2 660	Březen	2 674	Březen	2 542	Březen	2 449	Březen	4 175
Duben	2 437	Duben	2 660	Duben	2 755	Duben	2 436	Duben	2 449	Duben	4 175
Květen	2 437	Květen	2 679	Květen	2 785	Květen	2 558	Květen	2 343	Květen	4 120
Červen	2 437	Červen	2 742	Červen	2 771	Červen	2 558	Červen	2 236	Červen	4 973
Červenec	2 437	Červenec	2 542	Červenec	2 755	Červenec	2 921	Červenec	2 345	Červenec	4 755
Srpen	2 543	Srpen	2 649	Srpen	2 785	Srpen	2 695	Srpen	2 375	Srpen	4 701
Září	2 543	Září	2 742	Září	2 755	Září	2 558	Září	2 345	Září	4 671
Říjen	2 543	Říjen	2 755	Říjen	2 755	Říjen	2 558	Říjen	2 588	Říjen	4 562
Listopad	2 556	Listopad	2 785	Listopad	2 985	Listopad	2 558	Listopad	2 588	Listopad	4 592
Prosinec	2 756	Prosinec	2 755	Prosinec	2 755	Prosinec	2 558	Prosinec	2 345	Prosinec	4 740
Celkem:	30 007		32 398		33 315		31 056		26 834		51 820

Služby osobní dozimetrie – centrální operační sály Nemocnice Třebíč (VF, a.s.)											
2018	Kč	2019	Kč	2020	Kč	2021	Kč	2022	Kč	2023	Kč
I. kvartál	10 050	I. kvartál	10 770	I. kvartál	10 410	I. kvartál	10 290	I. kvartál	11 035	I. kvartál	19 360
II. kvartál	10 170	II. kvartál	10 290	II. kvartál	10 410	II. kvartál	10 170	II. kvartál	11 180	II. kvartál	20 086
III. kvartál	10 050	III. kvartál	10 410	III. kvartál	10 530	III. kvartál	10 890	III. kvartál	11 470	III. kvartál	21 054
IV. kvartál	10 290	IV. kvartál	10 410	IV. kvartál	10 770	IV. kvartál	11 180	IV. kvartál	10 890	IV. kvartál	21 054
Celkem:	40 560		41 880		42 120		42 530		44 575		81 554

Zdroj: Vlastní zpracování podle údajů ekonomického oddělení Nemocnice Třebíč, 2024

PŘÍLOHA VII: KARTA RADIAČNÍHO PRACOVNÍKA – 1. ČÁST

KARTA RADIAČNÍHO PRACOVNÍKA																	
1. Název držitele povolení: Město, PSČ: Ulice: IČ: Evidenční č. SÚJB:	Název pracoviště, oddělení: Město, PSČ: Ulice:																
2. Jméno:	Druhé / další jména:																
Příjmení:	Rodné příjmení:																
Titul:																	
4. Vzdělání																	
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 2px;">1.0. VŠ</td> <td style="width: 33%; padding: 2px;">2.0. SŠ</td> <td style="width: 33%; padding: 2px;">3.0. ZŠ <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">1.1. lékař <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">2.1. zdravotní <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">1.2. ostatní <input type="checkbox"/></td> <td style="padding: 2px;">2.2. laborant RTG <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">2.3. jiné odborné <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="padding: 2px;">2.4. všeobecné <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </table>	1.0. VŠ	2.0. SŠ	3.0. ZŠ <input type="checkbox"/>	1.1. lékař <input type="checkbox"/>	2.1. zdravotní <input type="checkbox"/>		1.2. ostatní <input type="checkbox"/>	2.2. laborant RTG <input type="checkbox"/>			2.3. jiné odborné <input type="checkbox"/>			2.4. všeobecné <input type="checkbox"/>			
1.0. VŠ	2.0. SŠ	3.0. ZŠ <input type="checkbox"/>															
1.1. lékař <input type="checkbox"/>	2.1. zdravotní <input type="checkbox"/>																
1.2. ostatní <input type="checkbox"/>	2.2. laborant RTG <input type="checkbox"/>																
	2.3. jiné odborné <input type="checkbox"/>																
	2.4. všeobecné <input type="checkbox"/>																
5. Rodné číslo (bylo-li přiděleno): _ _ _ _ _ / _ _ _ _ _ nebo číslo povolení k pobytu (u cizích státních přísl.): Pohlaví MUŽ <input type="checkbox"/> ŽENA <input type="checkbox"/>																	
6. Datum narození: _ _ . _ _ . _ _ den měsíc rok																	
7. Místo narození:																	
8. Datum počátku práce se zdroji IZ:																	
Celková doba práce se zdroji IZ (roky):																	
9. Datum počátku práce se zdroji IZ na tomto pracovišti:																	
Datum ukončení práce se zdroji IZ na tomto pracovišti:																	
10. Datum zahájení osobního monitorování:																	
11. Datum ukončení osobního monitorování:																	
12. Číslo pracoviště přidělené dozimetrickou službou:																	
13. Typ dozimetru: ČÍSLO DOZIMETRU: Délka monitorovacího období (1 nebo 3 měsíce):																	

Zdroj: Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizující záření, 2019

PŘÍLOHA VII: KARTA RADIAČNÍHO PRACOVNÍKA – 2. ČÁST

KARTA RADIAČNÍHO PRACOVNÍKA					
14. Druh dozimetru (včetně způsobu vyhodnocování v případě vnitřního ozáření):					
VNĚJŠÍ OZÁŘENÍ		hlavní dozimetr	vedlejší dozimetr	VNITŘNÍ OZÁŘENÍ	
gama (elektrony)	filmový termoluminiscenční elektronický	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	komplexní <input type="checkbox"/> výpočet <input type="checkbox"/> celotělové měření <input type="checkbox"/> jiné <input type="checkbox"/>	
Neutrony Prstový Oční OSL (Optically Stimulated Luminescence)		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
jiný		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
15. Poskytovatel zdravotních služeb (lékař) zajišťující preventivní prohlídky:					
16. Zdroje ionizujícího záření: (zakřížkujte příslušné údaje, případně doplňte o Vámi používané zdroje)					
1.0. uzavřený zdroj IZ <input type="checkbox"/> 2.0. otevřený zdroj IZ 2.1. kat. pracoviště I. <input type="checkbox"/> 2.2. kat. pracoviště II. <input type="checkbox"/> 2.3. kat. pracoviště III. <input type="checkbox"/>	3.0. rentgen 3.1. 0 - 40 keV <input type="checkbox"/> 3.2. 40 - 120 keV <input type="checkbox"/> 3.3. 120 - 400 keV <input type="checkbox"/> 3.4. více než 400 keV <input type="checkbox"/>	4.0. generátory záření (urychlovače částic) <input type="checkbox"/> 5.0. reaktor <input type="checkbox"/> 5.1. školní <input type="checkbox"/> 5.2. energetický <input type="checkbox"/> 5.3. výzkumný <input type="checkbox"/>			
Druh záření					
1. gama – všechny energie <input type="checkbox"/>	^{60}Co ^{137}Cs ^{192}Ir ^{131}I ^{241}Am ^{99}Tc ^{226}Ra jiné:				
2. neutrony pomalé <10 keV <input type="checkbox"/>	Am-Be ^{252}Cf generátor MeV jiné:				
3. neutrony rychlé >10 keV <input type="checkbox"/>					
4. elektrony – všechny energie <input type="checkbox"/>	$^{90}\text{Sr-Y}$ ^3H ^{14}C ^{32}P urychlovač MeV jiné:				
5. alfa, těžké nabitě částice <input type="checkbox"/>					
6. přírodní (uran včetně zpracování, radon, apod.) <input type="checkbox"/>					

Zdroj: Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizující záření, 2019

PŘÍLOHA VIII: ŠETŘENÍ PŘÍČIN VYŠŠÍ OSOBNÍ DÁVKY – 1. ČÁST

1)

Vyšší dávkou se rozumí:

- *efektivní dávka >10 mSv, úvazek efektivní dávky > 6 mSv, ekvivalentní dávka >10 mSv pro oční čočku, 150 mSv pro kůži nebo končetiny za jedno monitorovací období,*
- *překročení limitů pro radiačního pracovníka.*

Držitel povolení:

IČO: Registrační číslo SÚJB:

Adresa:

Jména účastníků šetření:

Kdo šetření provedl:

Datum šetření:

Kontrolované pásmo: **ano / ne**¹

Identifikační údaje a výsledek šetření

1. Příjmení a jméno uživatele osobního dozimetru:
2. Datum narození:
3. Kvalifikace pracovníka, pracovní zařazení:
4. Kategorie pracovníka z hlediska práce se ZIZ: **A / B**¹
5. Číslo a typ osobního dozimetru:
6. Sledované období (rok, měsíc, jiné období):
7. Výsledek hodnocení dávky (dozimetrickou službou) za sledované období:
8. Používal pracovník ochrannou **zástěru / zástěru a límec**¹? **ano / ne**¹
Jestliže **ano**, uveďte:
 - ochranné pomůcky byly nošeny **vždy / část doby**¹ (.....%) při práci se ZIZ
 - ekvivalent ochranné zástěry
 - koeficient použitý pro přepočtení dávky měřené na zástěře na efektivní dávku (lze konzultovat s oprávněnou dozimetrickou službou)
 - efektivní dávku po přepočtu
 - Byla překročena vyšetřovací úroveň po přepočtu? **ano / ne**¹
9. a) Hp(3) < 20 mSv¹
Používal pracovník ochranné **brýle**? **ano / ne**¹
b) Hp(3) > 20 mSv¹
Používal pracovník ochranné **brýle**? **ano / ne**¹ Jestliže **ano**, uveďte:
 - ochranné brýle byly nošeny **vždy / část doby**¹ (.....%) při práci se ZIZ
 - ekvivalent ochranných brýlí
 - koeficient použitý pro přepočtení Hp(3) na ekvivalentní dávku v oční čočce (lze konzultovat s oprávněnou dozimetrickou službou)
 - ekvivalentní dávka v oční čočce po přepočtu
 - Byla překročena vyšetřovací úroveň po přepočtu? **ano / ne**¹
10. Rozbor pracovních podmínek, které mohly vést k vyšší dávce:

Doplňující údaje

1. Druh práce se ZIZ: ²
2. U kolika pracovníků se zvýšená expozice na pracovišti vyskytla v daném období: ²
3. Výsledek případného kontrolního měření (s uvedením způsobu měření): ²
4. Jiné závady v osobní dozimetrii (zapomenutý dozimetr, film ozářen mimo kazetu, vypadlé filtry v kazetě apod.):
5. Další případné ochranné pomůcky na pracovišti (zástěny, rukavice, aj.): ²

Zdroj: Doporučení SÚJB bezpečné využívání jaderné energie a ionizující záření, 2019

PŘÍLOHA VIII: ŠETŘENÍ PŘÍČIN VYŠŠÍ OSOBNÍ DÁVKY – 2. ČÁST

6. Informace o případných opatřeních na pracovišti a u pracovníka (změna pracovního postupu, režimu, změna typu osobní dozimetrie nebo periodicity sledování, doplnění ochranných pomůcek, poučení pracovníků, apod.):
7. O vyšší dávce (v případě překročení limitů) byl informován oprávněný lékař: **ano** / **ne** ¹

Závěr k osobní dávce pracovníka

pracovník obdržel osobní efektivní dávkumSv
pracovník obdržel osobní ekvivalentní dávkumSv na kůži /na končetiny/v oční čočce ¹
byl ozářen pouze dozimetr – neosobní dávka

.....
datum a podpis pracovníka

.....
datum a podpis dohlížejícího osoby

Vyplněné zašlete na SÚJB:

Datová schránka: me7aazb

***Státní úřad pro jadernou bezpečnost
Oddělení evidencí a hodnocení ozáření
Senovážné náměstí 9
110 00 Praha 1***

hlaseni.davky@sujb.cz

¹ Nehodící se škrtněte

² Nebyla-li překročena vyšetřovací úroveň po přepočtu, není nutné vyplnit