



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Radiologické události na vybraných
radiodiagnostických pracovištích – analýza
opakování snímků v důsledku chybného ozáření
pacienta**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Eliška Zákoutská

Vedoucí práce: Ing. Eva Zemanová, Ph.D.

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „*Radiologické události na vybraných radiodiagnostických pracovištích – analýza opakování snímků v důsledku chybného ozáření pacienta*“. Jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské/diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské/diplomové práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské/diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 13. 5. 2019

Bc. Eliška Zákoutská

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Ing. Evě Zemanové, PhD. za odborné vedení, za veškeré poskytované cenné rady a připomínky. Také hlavně za trpělivost, ochotu a čas, jež mi darovala. Dále bych chtěla poděkovat všem pracovníkům radiodiagnostických pracovišť za ochotu a poskytnutí dat pro výzkumnou část práce.

Radiologické události na vybraných radiodiagnostických pracovištích – analýza opakování snímků v důsledku chybného ozáření pacienta

Abstrakt

Práce vychází z potřeby pracovišť využívající zdroje ionizujícího záření implementovat novou legislativu týkající se atomového práva účinnou od 1. 1. 2017. Práce je zaměřena na radiologické události na radiodiagnostických pracovištích vybraných zdravotnických zařízení. Teoretická část čtenáře seznamuje s pojmem „radiologická událost“, obecně pojednává o oboru radiodiagnostiky a radiační ochrany. Praktická část se věnuje vyhodnocení nejčastějších příčin a četnosti radiologických událostí získaných ze záznamů o lékařském ozáření, tedy i chybně provedených expozicích ve vybraných radiodiagnostických pracovištích a zařazení radiologické události do příslušné kategorie. Pro splnění všech cílů diplomové práce a aplikace výsledků práce v praxi byl hodnocen i obsah dokumentu – „Hodnocení způsobu radiační ochrany“, který předkládá držitel povolení pro práci s ionizujícím zářením SÚJB za každý předcházející rok do 30.4. a to od účinnosti nového atomového zákona. Výsledky této práce posloužily k vytvoření této zprávy pracovištím do 30.4.2019, a to v širším rozsahu analýzy a hodnocení, než bylo provedeno v loňském roce. Maximální podrobnost zprávy o příčinách a četnosti vzniku radiologických událostí a mapování reálné situace na pracovištích slouží i Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost k vypracování Doporučení SÚJB k radiologickým událostem. Stejně tak byla tato práce přínosná sledovaným pracovištím pro uvědomění si příčin a vývoje četnosti radiologických událostí v jednotlivých letech. Je již na konkrétním pracovišti a dohlížející osobě nad radiační ochranou, aby do důsledku vyhodnotila zjištěné příčiny a např. v rámci ročního školení radiačních pracovníků na ně upozornila a důsledně dbala na dodržování všech preventivních opatření, jejichž návrh je rovněž součástí práce.

Klíčová slova

Atomový zákon; radiologické události; radiodiagnostika; analýza; dokumentace; radiační ochrana

Abstract

The thesis derives from the needs of institutions using sources of ionizing radiation to implement a new legislative regarding nuclear law, effective since 1st January 2017. The thesis is focused on radiological events at radiological institutions of chosen healthcare facilities. The theoretical part makes the reader familiar with the term “radiological event”, generally elaborates on the field of diagnostic radiography and radiation protection. The practical part of the thesis deals with evaluation of the most occurring causes and the frequency of radiological events, obtained from the records of medical irradiation, even of wrongly carried out exposures in chosen diagnostic radiography institutions and wrongly sorted radiological events to a relevant category. To fulfil all the goals of the master thesis and to apply the results of the work in practice, also the contents of following document were evaluated – “Evaluation of the means of radiation protection”, which every holder of permission to work with ionizing radiation has to submit to the SÚJB yearly, till 30th April, with the data from the previous year. This rule is valid since the new nuclear law was adopted. The results of this thesis served the chosen institution to create such report till 30th April 2019, with a broader extent of the analysis and evaluation than last year. The maximal detail of the report about causes and frequency of radiological events and mapping the real situation at the facilities serves also to the State Office for Nuclear Safety (SONS) to create a Recommendation of the SONS regarding the radiological events. Equally, the thesis was beneficial to the observed facilities, to realise the causes and frequency of radiological events in individual years. It is then up to an individual institution and to the employee supervising the radiation protection, to evaluate the consequences of the found causes, for example to point them out within a yearly training of radiation employees, and to consistently see to the compliance of all preventive measures, which proposal and implementation also belongs to the main tasks of the supervisor.

Keywords

Atomic Act; Radiological events; Radiodiagnosis; analysis; documentation; radiation protection

Obsah

Úvod.....	8
1 Teoretická část.....	10
1.1 Právní předpisy.....	10
1.2 Radiologická událost.....	11
1.2.1 Definice Radiologické události.....	11
1.2.2 Model vzniku Radiologické události	11
1.2.3 Potenciální radiologická událost.....	12
1.2.4 Klasifikace radiologické události.....	13
1.2.5 Postupy v případě výskytu RU či PPU	16
1.2.6 Lhůty informování SÚJB o závažných RU	17
1.2.7 Rozsah informování o závažných RU	17
1.2.8 Obsah a doba uchování záznamů v případě, kdy k RU mohlo dojít, pokud by příčiny nebyly včas zjištěny a odstraněny	18
1.2.9 Analýzy RU	18
1.2.10 Analýza opakování snímků.....	23
1.3 Radiodiagnostika.....	24
1.3.1 Produkce rentgenového záření a diagnostického obrazu	24
1.3.2 Radiodiagnostická pracoviště	26
1.3.3 Kategorizace pracoviště se zdroji IZ	27
1.3.4 Kontrolované a sledované pásmo se zdroji IZ.....	27
1.3.5 Bezpečný provoz na pracovišti	28
1.4 Radiační ochrana.....	28

1.4.1	Mezinárodní základ koncepce a praxe RO	28
1.4.2	Instituce zabývající se radiační ochranou v České republice	29
1.4.3	Účinky ionizujícího záření na organismus	30
1.4.4	Cíle a základní principy radiační ochrany	31
1.4.5	RO pacienta.....	33
2	Cíl práce a výzkumné otázky	35
2.1	Cíl práce	35
2.2	Výzkumné otázky.....	35
3	Metodika.....	36
4	Výsledky.....	37
4.1	Zdravotnické zařízení „X“	37
4.2	Zdravotnické zařízení „Y“	55
4.3	Zdravotnické zařízení „Z“	68
4.4	Dokument „Hodnocení způsobu zajištění RO“.....	93
4.5	Nápravná opatření proti vzniku RU v praxi.....	94
5	DISKUZE.....	97
5.1	Radiologické události.....	98
5.2	Výzkumná otázka č. 1	100
5.3	Výzkumná otázka č. 2	102
5.4	Výzkumná otázka č. 3	104
5.5	Výzkumná otázka č. 4	105
6	Závěr.....	107
7	Seznam literatury	109
8	Seznam obrázků.....	115
9	Seznam tabulek.....	119
10	Seznam zkratk	121

Úvod

Už od objevení X záření (1895) německým fyzikem Wilhelmem Conradem Röntgenem se zkoumají vlivy ionizujícího záření (dále jen IZ) na lidský organizmus. Po objevení tohoto záření docházelo jak k pozitivním, tak i negativním účinkům, jež zasáhly samotné rentgenology a pacienty. Proto bylo nezbytně nutné nastavit určitý systém opatření, který by vedl k minimalizaci nežádoucích účinků.

S vývojem jaderné energie byla v roce 1928 založena Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP), která vydává doporučení v otázkách radiační ochrany (dále jen RO) a stala se základem přístupů jak světových, tak i regionálních vládních organizací a národních předpisů. Rozšíření poznatků o biologických účincích IZ dalo za vznik Vědeckému výboru pro účinky atomárního záření (UNSCEAR). RO v oboru radiodiagnostiky je zastřešena společenstvím EURATOM (společenství pro atomovou energii), jejichž Směrnice Rady 2013/59/Euratom ze dne 5. prosince 2013, jež stanovuje základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení IZ, byla implementována do nového atomového zákona č. 263/2016 Sb. (dále jen AZ). Předpisy EURATOMU jsou zpracovány vyhláškou č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Tato vyhláška stanovuje zajištění RO v expozičních situacích a také způsob zabezpečení radionuklidového zdroje.

Ústředním orgánem státní správy je Státní úřad pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB), stanovuje základní podmínky pro bezpečný provoz na radiodiagnostických (dále jen RDG) odděleních, pro ochranu osob při činnostech vedoucích k ozáření a havarijní připravenost pro případ nehody a kontroluje dodržování RO na pracovišti. Problematika RO se opírá o Mezinárodní atomovou agenturu (IAEA) a jí vydané standardy a také legislativu Evropské Unie (Directive No. 96/29/Euratom).

Diplomová práce se zaměřuje na radiologické události (dále jen RU) na konkrétních RDG pracovištích. I přes nižší riziko ohrožení lidského zdraví při diagnostickém vyšetření oproti radioterapeutickému ozáření je důležité vzniklým RU na jednotlivých pracovištích věnovat pozornost, a to hlavně z důvodu dodržení principu optimalizace RO, který se týká omezení ozáření na tak nízkou úroveň, jak je dosažitelné a vyloučení vyšších dávek, než je potřebné pro získání kvalitní diagnostické informace. Indikátory optimalizace lékařského ozáření (dále jen LO) z hlediska RO jsou Národní diagnostické referenční

úrovně. Jedná se o směrné hodnoty, které by při lékařském ozáření pacienta neměly být soustavně překračovány. Pokud tak nastane, je zapotřebí uplatnit princip zdůvodnění LO. V nezdůvodněných případech považujeme pak RO pacienta za neoptimalizovanou a je nutno provést šetření příčin a zavést nápravná opatření, jimiž se práce taktéž zabývá.

1 Teoretická část

1.1 Právní předpisy

Problematiku RU implementuje nový atomový zákon - zákon č. 263/2016 Sb., atomový zákon, jež byl přijat 14. července 2016 a účinnosti nabyl 1. ledna 2017. Tento zákon nahradil zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a IZ (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů. Do této národní legislativy (zákon č. 263/2016 Sb) byla implementována Směrnice Rady 2013/59/Euratom ze dne 5. prosince 2013, jež stanovuje základní bezpečnostní standardy ochrany před nebezpečím vystavení IZ. (SÚJB, 2016)

Ve sbírce zákonů došlo k publikaci prováděcích předpisů k novému AZ. Mezi ně kromě mnoha dalších patří vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje, která úzce souvisí s problematikou řešenou v této diplomové práci. Tato vyhláška zpracovává předpisy Euratomu a stanovuje zajištění RO v expozičních situacích a také způsob zabezpečení radionuklidového zdroje. SÚJB zpracovává a publikuje nezávazná doporučení, která poskytují praktický návod pro implementaci nové atomové legislativy. V oblasti radiodiagnostiky je doporučení týkající se RU zatím v draftovém vydání a doporučení např. pro stanovení diagnostických referenčních úrovní a pro dokumentaci držitelů povolení k hodnocení vlastností v radiodiagnostice se teprve připravuje. Postupně jsou aktualizována např. Doporučení týkající se zkoušek provozní stálosti v radiodiagnostice a další. (Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

Každý držitel povolení pro nakládání se zdroji ionizujícího záření (dále jen ZIZ) musí podle § 69 AZ odstavce 1, písmena a) ve spojení s § 54 vyhlášky 422/2016 Sb., odstavce 1 a písmena i), jednou ročně (do 30. dubna následujícího kalendářního roku) zaslat Úřadu hodnocení způsobu zajištění RO vykonávané činnosti, jež obsahuje i přehled a rozbor RU a případů, kdy k RU mohlo dojít, pokud by nebyly příčiny včas zjištěny a odstraněny. Rozsah a forma tohoto hodnocení není prozatím stanovena žádným doporučením SÚJB, její obsah je však dán rámcově vyhláškou č. 422/2016 Sb. Z tohoto důvodu je zatím způsob a rozsah analýzy RU prováděný na pracovištích a předkládaný SÚJB nejednotný, i když rámcově vyhovuje požadavku stanovenému ve vyhlášce č. 422/2016 Sb. Soubor všech podrobností týkajících se praxe v oblasti RU je dobrým východiskem pro

dokončení Doporučení SÚJB, které by vycházelo ze skutečného stavu na pracovištích, navrhovalo reálné sjednocení postupů, potřebné způsoby analýzy a přijímání konkrétních nápravných opatření. (Zákon č. 263/2016 Sb.; Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

1.2 Radiologická událost

1.2.1 Definice Radiologické události

RU se rozumí událost, která je nežádoucí a týká se LO pacienta. Jedná se o nezáměrnou událost, která byla způsobena lidskou chybou či selháním přístroje. Za tuto událost se považuje jakékoliv LO, jež vedlo k důsledkům, které jsou důležité z hlediska RO a nesmí být opomenuty. Vyhláška č. 422/2016 Sb. k vymezení RU využívá pojmu chybné ozáření pacienta. V radiodiagnostice tento pojem zahrnuje situace, kdy dojde k vyššímu ozáření pacienta, než je nezbytně nutné (opakované ozáření, nebo ozáření vyšší dávkou) nebo ozáření jiné části těla (orgánu nebo tkáně) než bylo indikováno lékařem. Dále pokud došlo k záměně pacienta nebo byla radiodiagnostickému vyšetření podrobena pacientka v graviditě bez indikace a během něhož došlo k ozáření zárodku či plodu přímým svazkem. (Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

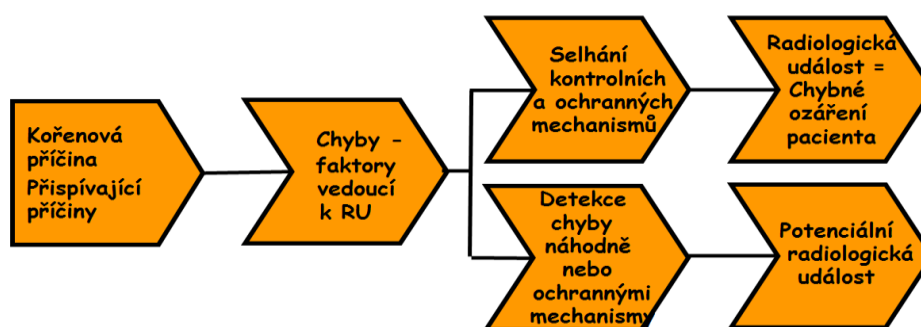
1.2.2 Model vzniku Radiologické události

RU podle § 60 AZ vede k chybnému ozáření pacienta. Chyba neboli faktor vedoucí k RU je odchylka od správného postupu standardního provedení. Zpravidla se jedná o nezáměrnou událost. (Zákon č. 263/2016 Sb.)

Pokud dojde ke zjištění chyby ještě před samotným LO, jedná se o potenciální RU (dále jen PRU), kdy je důležité všechny zjištěné příčiny neprodleně odstranit, zaznamenat a přijmout opatření, aby nedošlo k jejich opakování. V opačném případě, kdy nedošlo ke zjištění odchylky a provedlo se ozáření, se jedná o RU. Příčiny chyb můžeme rozdělit na příčiny přímé – kořenové či příčiny přispívající. Chyby se mohou objevit nejen z technických důvodů, ale i z důvodu lidského pochybení, které se z dlouhodobého pohledu jeví jako nejčastější. Důvodem může být stres radiologických pracovníků, přetíženost, nedostatečná kontrola všech standardních postupů, špatná volba postupů, ale i nedostatečná komunikace a nespolupráce pacienta.

Lidské chyby můžeme rozdělit do dvou hledisek:

- **Hledisko osobního přístupu** – V tomto případě se odráží mentalita lidské osobnosti. Zapomětlivost, nedbalost, nepozornost, syndrom vyhoření, všechny tyto stavy vedou k chybám. Osobní přístup v lékařství je obecně škodlivý. Proto, by pracoviště měli trvat na systémovém přístupu k lidským chybám.
- **Hledisko systémového přístupu** – Toto hledisko bere v potaz, že všichni lidé chybují, a právě z tohoto důvodu je důležité chyby očekávat. V tomto systému je vytvořen systém ochrany. V případě vzniku události je v první řadě nejdůležitější zjistit proč ochranné systémy selhaly a ze zjištěných chyb se poučit a použít je ke zkvalitnění dosavadního zavedeného systému. (Doporučení SÚJB, 2008; Doporučení SÚJB, 2018)



Obrázek 1 Model vzniku RU a PRU, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2018)

1.2.3 Potenciální radiologická událost

Jedná se o RU, která by vznikla v případě, kdy by příčiny vedoucí k RU nebyly včas zjištěny a odstraněny. (Zákon č. 263/2016 Sb.)

Jsou zde zahrnuty veškeré situace, které vedou k chybám (faktorům vedoucích k RU), jež jsou třeba včas identifikovat, zajistit a odstranit. Je důležité nahlížet na tyto chyby individuálně. Je třeba sledovat v jaké části procesu se chyby vyskytly, kolikrát a jak byly zjištěny. Důležitá je frekvence daného jevu a závažnosti RU. Hlavním smyslem PRU je odhalení slabých míst procesu a v případě opravy těchto slabých míst, dochází i ke snížení možnosti vzniku RU. K odhalení slabých míst a k doplnění kontrolních mechanismů jsou přínosné analýzy, které jsou uvedeny v kapitole 1.2.9. O postupech v případě výskytu PRU pojednává § 81 vyhlášky č. 422/2016 Sb., který rovněž stanovuje

dobu uchovávání záznamů, které vznikly při šetření vzniku PRU. (Doporučení SÚJB, 2018)

1.2.4 Klasifikace radiologické události

RU na RDG pracovišti klasifikuje zákon č. 263/2016 Sb. jako méně závažnou RU typu „C“, viz tabulka č. 1. Zároveň ale stanovuje kritéria pro překlasifikaci do kategorie závažnějších událostí při čteném opakování více pacientů za měsíc nebo u jednoho pacienta, viz tabulka č. 2 a č. 3. Podrobná specifikata pro klasifikaci RU podle jejich závažnosti do kategorií upravuje vyhláška č. 422/2016 Sb. v příloze č. 23 (Vyhláška č. 422/2016 Sb.; Zákon č. 263/2016 Sb.)

Tabulka 1 Kritéria pro zařazení neopakované radiologické události týkající se jednoho pacienta

Kategorie	Kritéria pro zařazení radiologické události do příslušné kategorie
	V intervenční radiologii a radiodiagnostice
A	<p>CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $C_{VOL} > 10 \text{ Gy}$ <p>Intervenční radiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerma ve vstupním referenčním bodě pacienta $> 15 \text{ Gy}$ • $P_{KA} > 1500 \text{ Gy} \times \text{cm}^2$
B	<p>CT:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $C_{VOL} > 3 \text{ Gy}$ – pokud nebylo v primárním svazku oko • $C_{VOL} > 0,5 \text{ Gy}$ -pokud bylo v primárním svazku oko <p>Intervenční radiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kerma ve vstupním referenčním bodě pacienta $> 5 \text{ Gy}$ • $P_{KA} > 500 \text{ Gy} \times \text{cm}^2$
C	<p>Všechny ostatní radiologické události kromě výše uvedených.</p> <p>Jedná se zejména o:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Záměnu pacienta • Záměnu vyšetřované oblasti • Opakování snímků

Zdroj: (Vyhláška č. 422/2016 Sb., příloha č 23)

Tabulka 2 Kritéria pro zařazení opakovaných radiologických událostí týkající se jednoho pacienta

Překlasifikace	Modalita lékařského ozáření	Počet opakovaných RU u jednoho pacienta
Z kategorie C do kategorie B	Intervenční radiologie	Jedenkrát a více
	Výpočetní tomografie	
	Skioskopie	
	Zubní výpočetní tomografie	
	Ostatní radiodiagnostika	Třikrát a více
Z kategorie B do kategorie A	Intervenční radiologie	Jedenkrát a více
	Výpočetní tomografie	
	Skioskopie	
	Zubní výpočetní tomografie	
	Ostatní radiodiagnostika	Třikrát a více
Z kategorie C do kategorie A	Intervenční radiologie	Dvakrát a více
	Výpočetní tomografie	
	Skioskopie	Třikrát a více
	Zubní výpočetní tomografie	
	Ostatní radiodiagnostika	
	Devětkrát a více	

Zdroj: (Vyhláška č. 422/2016 Sb., příloha č. 23)

Tabulka 3 Kritéria pro zařazení opakovaných radiologických událostí týkajících se více pacientů

Překlasifikace	Modalita lékařského ozáření	Počet opakovaných RU
Z kategorie C do kategorie B	Intervenční radiologie	10 a více pacientů za jeden měsíc
	Výpočetní tomografie	
	Skiaskopie	20 a více pacientů za jeden měsíc
	Zubní výpočetní Tomografie	
	Mamografie	100 a více pacientů za jeden rok
	Ostatní radiodiagnostika	200 a více pacientů za jeden rok
Z kategorie B do kategorie A	Intervenční radiologie	10 a více pacientů za jeden měsíc
	Výpočetní tomografie	
	Skiaskopie	20 a více pacientů za jeden
	Zubní výpočetní Tomografie	
	Mamografie	100 a více pacientů za jeden rok

Překlasifikace	Modalita lékařského ozáření	Počet opakovaných RU
Z kategorie C do kategorie A	Intervenční radiologie	20 a více pacientů za jeden měsíc
	Výpočetní tomografie	
	Skiaskopie	100 a více pacientů za jeden rok
	Zubní výpočetní Tomografie	
	Mamografie	500 a více pacientů za jeden rok
	Ostatní radiodiagnostika	1000 a více pacientů za jeden rok

Zdroj: (Vyhláška č. 422/2016 Sb., příloha č. 23)

1.2.5 Postupy v případě výskytu RU či PPU

V radiodiagnostice a intervenční radiologii je nutné neprodleně po odhalení RU zajistit účinné opatření, aby nedošlo k navýšení nežádoucí dávky pacientovi a aby se daná RU neopakovala u dalšího pacienta. Je třeba shromáždit veškeré údaje o vzniklé RU a podniknout kroky ke snížení dopadů RU včas. Po zjištění příčin, které vedly ke vzniku RU je třeba zavést takové postupy, aby se událost již neopakovala, a to primárně do praxe a též i do dokumentu - Program zajištění radiační ochrany (dále jen PZRO) na pracovišti (posuzovaný dokument SÚJB k povolené činnosti). Dále je třeba informovat SÚJB, pacienta, zákonného zástupce pacienta, indikujícího lékaře a aplikujícího odborníka v termínech a v rozsahu daném prováděcím předpisem, viz kapitola 1.2.6. a 1.2.7. Všechny informace o vzniklé RU musí být zaznamenány a tyto záznamy se musí archivovat po dobu stanovenou prováděcím předpisem, viz kapitola 1.2.8. V případě PRU je třeba ihned přijmout opatření, která povedou ke standartnímu předcházení takové RU.

Ověřením standartních postupů lze pak zjistit, zda tyto postupy zajišťují zabránění RU. V případě nezabránění těmto událostem je třeba tyto postupy měnit tak, aby k podobným událostem v budoucnu již nedocházelo. (Doporučení SÚJB, 2018; Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

1.2.6 Lhůty informování SÚJB o závažných RU

V případě RU kategorie A musí být SÚJB (dále úřad) informován neprodleně po zjištění RU. Úřadu se podávají informace o všech skutečnostech událostí i o těch, které byly zjištěny v rámci vyšetřování vzniklé RU. Dále má pracoviště povinnost informovat úřad o všech skutečnostech po přijetí nápravných opatření, která vedou ke zmírnění následků vzniklé RU a také o opatření, která byla přijata pro předcházení obdobné RU v budoucnu. Je předpokládáno, že RU A může nastat pouze v radioterapii. Lhůta po informování úřadu je 1 měsíc od zjištění RU. Lhůta pro informování úřadu o RU B je 3 měsíce od zjištění RU. Je předpokládáno, že k RU B může dojít i v případě radiodiagnostiky. Pokud při RU dojde k negativnímu ovlivnění zdravotního stavu pacienta či změně léčebného postupu, musí být informován nejen úřad, ale i pacient či jeho zákonný zástupce, indikující lékař i aplikující odporník. Informace jsou obdobné jako se podávají úřadu. (Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

1.2.7 Rozsah informování o závažných RU

Rozsah informací podávaných úřadu v případě vzniku RU je stejný jak u kategorie A, tak i B. Jedná se o informace:

- Datum a čas vzniku, závažnost, rozsah a povaha RU.
- Možný dopad RU.
- Přijatá opatření pro zmírnění následků RU a předcházení obdobných událostí v budoucnu.
- Všechny skutečnosti zjištěné v rámci prošetřování RU, jež ovlivňují její povahu, závažnost, rozsah a jaký bude další postup vyšetřování RU.

Informace podávané pacientovi, indikujícímu lékaři, či aplikujícímu odborníkovi, jsou totožné s rozsahem informací podávaných úřadu, a to podle vlivu RU na zdravotní stav a léčbu pacienta. (Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

1.2.8 Obsah a doba uchování záznamů v případě, kdy k RU mohlo dojít, pokud by příčiny nebyly včas zjištěny a odstraněny

Záznamy musí obsahovat veškeré informace o RU či PPU, jež byly v průběhu vyšetřování zjištěny a je nutné uvést i přijatá opatření.

RU kategorie A:

- Po dobu 30 - ti let od zjištění RU.

RU kategorie B a C:

- Po dobu 10 – ti let od zjištění RU.

Případ PPU:

- 5 let od odhalení. (Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

1.2.9 Analýzy RU

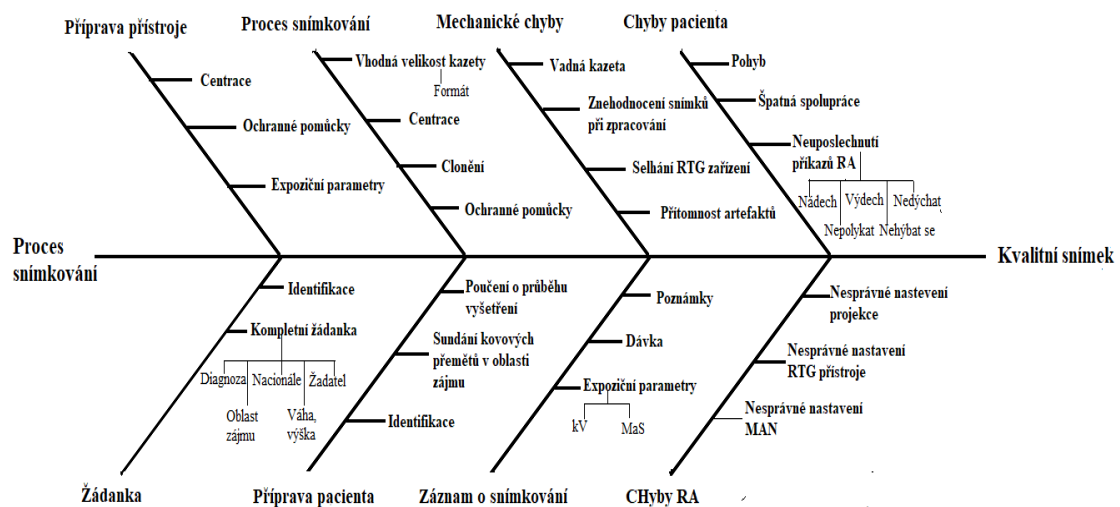
Každý, kdo je držitelem povolení k používání ZIZ pro LO nebo registrantem (týká se zubních, veterinárních rentgenů a kostních denzitometrů) musí postupovat tak, aby pravděpodobnost vzniku RU byla minimální. O tom pojednává § 87 AZ, který klade důraz na včasné zjištění příčiny a jejich odstranění v návaznosti na přijmutí opatření a k předcházení vzniku těchto událostí. (Zákon č. 263/2016 Sb.)

K minimalizaci těchto událostí mohou pomoci primární analýzy, které se provádí preventivně, ještě před vznikem RU. Pokud RU již nastane využívá se zpětná analýza.

Základem primární analýzy je vyhledání rizikových oblastí, které pokládáme za nejvíce nebezpečné. Tyto rizikové oblasti identifikujeme a následně je modifikujeme za účelem snížení pravděpodobnostních chyb a jejich včasného zjištění. K analýze rizika RU máme několik možností. Jednou z nich je Analýza procesního stromu, Analýza poruch stromu nebo Analýza selhání a jejich dopadů. (Doporučení SÚJB, 2018)

Metoda Analýzy procesního stromu vede k porozumění jednotlivých činností v procesu a způsobu jejich propojení. Procesní strom slouží k popisu nutných kroků procesu. Diagram je tvořen hlavními a postranními větvemi. Hlavní větev poukazuje na hlavní komponenty procesu, zatímco navazující neboli postranní větve reprezentují vedlejší

komponenty. Jednotlivým krokům procesu odpovídají listy na jednotlivých větvích. Přidáním dalších větvíček, poukážeme na to, že v procesu se objevují také určité detaily procesu, které se považují za velmi důležité k této analýze. Analýza se využívá při aplikaci ozáření všech pacientů dané oblasti. Všechny nalezené chyby označíme. Pokud dochází k akumulaci označených bodů, jejich hustota indikuje slabá místa v celém procesu. U těchto míst je nutno hledat příčiny a důvody proč k těmto chybám dochází a přijmout opatření. Příklad Analýzy procesního stromu v radiodiagnostice je zobrazen na obrázku č. 2. (Doporučení SÚJB, 2018)



Obrázek 2 Analýza procesního stromu v radiodiagnostice, zdroj: (vlastní zpracování)

Analýza stromu poruch je založena na zpětném sledování všech na sebe navazujících problémů, které mohou vést k RU. Analýza posuzuje pravděpodobnost vzniku RU za využití statistických nebo analytických metod. (Doporučení SÚJB, 2018)

Další již zmíněnou metodou je *Analýza selhání a jejich dopadů* – FMEA (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA). FMEA vychází sice z Analýzy kořenových příčin (zpětná analýza), ale na rozdíl od ní neřeší problémy až po vzniku události, ale identifikuje případné problémy či selhání před vznikem nežádoucí události. Je založena na hledání potenciálních problémů a možností, jak jim předcházet. V rámci analýzy pro účely zajištění bezpečného užití ZIZ je třeba si pokládat otázky, kdy a proč dochází k selhání, jaké jsou jejich důsledky, zda je možné odhalit selhání a jaká je

pravděpodobnost jejich odhalení a jaké postupy volit k bezpečnosti celého procesu. (Vincent, 2010; Abujudeh & Kaewlai, 2019)

Prvním krokem je určit rizikový proces, který představuje riziko v rámci bezpečnosti pacienta. Využívá se kritického myšlení, které vede k nalezení mnoha rizikových míst daného procesu. Následuje analyzování a hodnocení současného stavu procesu a jeho jednotlivých komponentů a také je třeba určit vztahy mezi jednotlivými složkami procesu. Závěrem hodnocení a analyzování současného stavu je vývojový diagram, pomocí kterého by měl být určen hlavní cíl procesu a identifikována oblast, která je pro celý proces riziková a na kterou je třeba se soustředit. Poté následuje samostatná analýza rizik, která by se měla soustředit na to, jakým způsobem může dojít k selhání celého procesu. V této fázi se žádné meze nekladou a měla by být uvedena i ta nejméně pravděpodobnostní rizika. Seznam rizik hodnotíme stupnicí jedna (nejméně) až deset (nejvíce). Hodnotíme závažnost dopadů nežádoucí události (Obrázek č. 3), pravděpodobnost výskytu nežádoucí události (Obrázek č. 4) a pravděpodobnost odhalení pochybení či příčiny události (Obrázek č. 5).

Při každém zhodnocení jednotlivých selhání je třeba zvážit všechny jejich důvody a uvést příčiny selhání. Po stanovení všech hodnotících stupnic stanovíme rizikové číslo (RPN, Risk Priority Number). Hodnota je stanovena podle vzorce:

$$\text{Rizikové číslo (RPN)} = \text{závažnost} \times \text{výskyt} \times \text{odhalitelnost}$$

Průměrná hodnota všech dílčích kritérií je 125. Ovšem mezní hodnotu RPN si určuje tým specialistů, který se touto analýzou zabývá. U procesů, jež jsou považovány za vysoce rizikové, se hodnota RPN stanovuje nižší, naopak u méně závažných rizik se hodnota RPN stanovuje vyšší. Rizika, která mají vysokou hodnotu závažnosti je nutno prošetřit. Dalším krokem je stanovit preventivní opatření a tím zabránit vzniku pochybení a jejich realizace. Posledním krokem je provedení analýzy po přijatých opatření za účelem ověření jejich účinnosti. (Doporučení SÚJB, 2008; Doporučení SÚJB, 2018)

Významnost důsledku pochybení	Popis	Hodnocení
Vysoce riziková/nebezpečná	Došlo k nežádoucí události, která vedla k úmrtí pacienta nebo k němu přispěla	10
	Došlo k nežádoucí události, která vyžadovala život zachraňující výkon	9
Velmi vysoká	Došlo k nežádoucí události, které přispěla nebo vedla k trvalému poškození pacienta	8
	Došlo k nežádoucí události, která přispěla nebo vedla k dočasnému poškození pacienta a k nutnosti či k prodloužení hospitalizace	7
Vysoká	Došlo k nežádoucí události, která přispěla nebo vedla k dočasnému poškození pacienta a která vyžadovala provést nějaký výkon	6
	Došlo k nežádoucí události, která zasáhla pacienta a vyžadovala další sledování, případně provést nějaký výkon, aby se předešlo pacientovu poškození	5
Mírná	Došlo k incidentu, který zasáhl pacienta, ale nezpůsobil mu žádnou škodu	4
		3
Nízká	Došlo k incidentu, který pacienta nijak nezasáhl (pacienta zasáhla chyba opomenutí) Došlo k události a okolnosti, které mohly vést k pochybení	2
		1

Obrázek 3 Závažnost poškození pacienta či zaměstnance, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2018)

Pravděpodobnost výskytu nežádoucí události	Možnost výskytu chyby	Hodnocení
Velmi vysoká: událost je téměř nevyhnutelná	≥ 1 z 2	10
	1 z 3	9
Vysoká: odpovídající podobným předcházejícím procesům, u nichž často docházelo k výskytu selhání	1 z 8	8
	1 z 20	7
Průměrná: odpovídající podobným předcházejícím procesům, u kterých se pochybení vyskytla, ale ne ve významném rozsahu	1 z 80	6
	1 ze 400	5
	1 z 2000	4
Nízká: u podobných procesů se vyskytovaly pouze ojedinělé chyby	1 z 15 000	3
Velmi nízká: u téměř identických procesů se pochybení vyskytovala pouze ojediněle	1 z 150 000	2
Vzdálená: u téměř identických procesů nebylo pochybení nikdy zaznamenáno	1 z 1 500 000	1

Obrázek 4 Hodnocení očekávaného výskytu nežádoucí události, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2008)

Odhaltelnost	Pravděpodobnost, že pochybení nebo jeho příčina budou odhaleny před dalším krokem procesu	Hodnocení
Absolutně nemožná	K odhalení pochybení nejsou k dispozici žádné známé kontroly	10
Velmi vzdálená	Velmi vzdálená pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	9
Vzdálená	Vzdálená pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	8
Velmi malá	Velmi malá pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	7
Malá	Malá pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	6
Průměrná	Průměrná pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	5
Mírně nadprůměrná	Mírně nadprůměrná pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	4
Vysoká	Vysoká pravděpodobnost, že stávající kontroly chybu odhalí	3
Velmi vysoká	Velmi vysoká pravděpodobnost, že nastavené kontroly chybu odhalí	2
Téměř jistá	Stávající kontroly téměř jistě chybu odhalí. U podobných procesů jsou zaznamenány spolehlivé kontroly.	1

Obrázek 5 Hodnocení odhaltelnosti chyby, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2008)

V případě vzniku RU je nutné okamžitě zahájit vyšetřování, přijmout opatření pro omezení následků, které by se mohly vyskytnout u postiženého pacienta a zajistit bezpečnost i pro ostatní pacienty. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje v příloze č. 23 vyžaduje provedení rozboru vzniklých RU. Vyšetřování je prováděno ve čtyřech krocích.

Prvním krokem je vytvoření multidisciplinárního týmu. Tento tým je složen s ohledem na danou problematiku vzniklé události, o které musí být všichni členové seznámeni. Nejčastěji se jedná o radiologického fyzika (dále jen RF), dohlízející osobu nad RO, aplikujícího odborníka, radiologického asistenta (dále jen RA) a zástupce vedení organizace. Výhodou je, pokud je tým doplněn i o člena s rozhodovací pravomocí. Tým se může v průběhu vyšetřování měnit s ohledem na specifikaci vyšetřované události. Dalším krokem je definovat problém neboli podrobně popsat co se stalo, nebo co se stát mohlo. Na tento krok navazuje provedení analýzy vlastního problému. Což zahrnuje sběr dat a pohovor se zúčastněnými osobami RU až po vytipování předběžné analýzy faktorů a jejich příčin. Posledním krokem je vyvození doporučení a změn, které zamezí vzniku další podobné RU. (Doporučení SÚJB, 2008; Doporučení SÚJB, 2018)

Pro již vzniklou RU můžeme využít *Analýzy kořenových příčin*, lze využít i obyčejného statistického hodnocení jednotlivých RU, až po využití složitých metod zkoumající vliv ergometrie nebo lidských chyb. (Doporučení SÚJB, 2008)

Analýza kořenových/skutečných příčin událostí (Root Cause Analysis, RCA) zdánlivě velký a neřešitelný problém změní a rozloží na menší části, které považujeme za snadněji řešitelné. Analýza nachází prvotní příčiny, které vedly k již vzniklé nežádoucí události. Díky tomu můžeme zavést dočasná protipatření, zmírnit negativní dopady na celý proces a implementovat doporučení k předcházení těchto problémům. Pro zobrazení příčin lze použít mnoha nástrojů či technik, mezi které patří Ishikawův diagram, metoda „Proč“ nebo Paretova analýza. (Vorley, 2008; MZČR, 2012)

Grafické znázornění *Ishikawava diagramu* neboli diagramu rybí kosti popisuje příčiny daného problému. Poukazuje na vztah mezi příčinou a jejím následkem. Páteř s hlavou diagramu představuje cíl, proces či problém a kategorii příčin znázorňují pomyslná žebra. (Thornton at al, 2011)

Metoda „Proč“ je založená na systematickém dotazování, které vede k identifikaci hlavní příčiny. (Thornton at al, 2011)

Základem *Paretovy analýzy* je Paretův princip, který vyvrátil rovnováhu mezi úsilím a odměnou. Princip říká, že 20 % vynaloženého úsilí vede k 80 % zisku. Základem je zaměřit se na děláni činnosti efektivně nikoliv děláni věci správně. (Škrála, 2005)

1.2.10 Analýza opakování snímků

Opakování snímků je RU C, kdy se jedná o nezdůvodněné ozáření pacienta vedoucí k neplánovanému navýšení radiační zátěže, jelikož prvotní expozice nepřinesla požadovanou diagnostickou informaci. Z hlediska RO se jedná o velmi důležitou analýzu, která nám umožňuje sledování procentuálního zastoupení opakovaných snímků v dané modalitě LO. Zjišťování objektivních a subjektivních příčin by mělo vést k minimalizaci četnosti takových RU. V důsledku pak, ke snížení dávky na pacienta a dodržení základních principů RO (zdůvodnění a optimalizace).

O každém chybném ozáření pacienta se vždy musí vést záznam jež obsahuje i příčinu opakování. Dohlížející osoba nebo RF jednou za rok provádí analýzu příčin, resp. vypočte procento RU z celkového počtu provedených vyšetření. Jednou ročně do 30.4. následného roku informuje SÚJB o RU v rámci Hodnocení způsobu zajištění RO. Zaslání této zprávy je zákonnou povinností držitele povolení podle § 69 odst. 1 písm. a) AZ. V návaznosti na konkrétní údaje zasílané úřadu držitelem povolení bude vypracováno (aktualizováno)

Doporučení SÚJB týkající se RU tak, aby vycházelo z požadavků nového AZ č. 263/2016 Sb. a jeho prováděcích předpisů, zejména vyhlášky č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. Toto doporučení je připraveno již ve formě draftu a všechny shromážděné informace budou podkladem pro jeho dopracování. (Zákon č. 263/2016 Sb.; Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

Inspirací pro provádění analýzy opakování snímků v radioadiagnostice můžeme najít v Doporučení SÚJB, 2009: Zkoušky provozní stálosti (dále jen ZPS) pro mamografická vyšetření 2009., které bylo vydáno po zavedení mamografického screeningu. Jedná se o specifická preventivní vyšetření za účelem vyhledávání počátečních stádií rakoviny prsu u pacientek bez symptomů. Je to nástroj snižující úmrtnost na rakovinu prsu. V ČR probíhá organizovaný Národní program screeningu prsu od roku 2002. Získání akreditace Ministerstvem zdravotnictví pro zavedení mamografického screeningu na pracovišti vyžaduje mimo jiné i splnění přísných kritérií pro opakování snímků uvedených ve zmíněném Doporučení SÚJB, 2009. V doporučení se uvádí, že o každém opakovaném snímku musí být proveden záznam a uvedena příčina opakování. Pověřená osoba (RF, dohlížející osoba nad RO nebo RA) vypočte na základě záznamů procento opakovaných snímků, které musí splňovat $\leq 3\%$ z celkového počtu snímků v případě mamografického screeningu. Poté provede analýzu příčin opakování a v návaznosti na příčiny se přijmou nápravná opatření. (Doporučení SÚJB, 2009)

1.3 Radiodiagnostika

Radiodiagnostika je podoborem radiologie, která využívá rentgenového záření k diagnostickým účelům (diagnóza, prognóza, chorobné změny v lidském těle a jejich vývoje v průběhu času). K zobrazení využívá zobrazovacích metod např. skiografie, skioskopie, mamografie, výpočetní tomografie (CT). (Chudáček, 1995)

1.3.1 Produkce rentgenového záření a diagnostického obrazu

Základní části zobrazovacího řetězce je rentgenka, která slouží k produkci rtg záření. Jedná se o skleněné vakuované trubice, které obsahují zpravidla wolframovou anodu a žhavenou katodu. Katoda umožňuje termoemisy elektronů díky své vysoké teplotě. Vysoké napětí, které je přiváděno na elektrody urychluje elektrony, které poté dopadají na anodu. Na anodě prudce ztrácejí svoji kinetickou energii, která je změněna z 1 % na energii emitovaných fotonů rtg. záření a z 99 % na teplo. Anodu je třeba intenzivně

chladit vodou, vzduchem nebo rotací, při které se neustále mění místo dopadu elektronového svazku. (Svoboda, 1976)

Pro vznik obrazu vyšetřované oblasti je důležité, aby fotonové – rentgenovo záření, které vzniká v rentgence (v ohnisku anody) prošlo přes vyšetřovaný objekt. Při průchodu tohoto záření hmotou (v radiodiagnostice fotony o energii 20 - 150 keV) dochází buď k absorpci fotonů, neboli k přenosu energie na hmotu nebo k rozptylu fotonu. Může ale nastat i situace, kdy foton materiálem jen projde a nedojde k žádné interakci. V případě, kdy je část záření absorbována v závislosti na tloušťce a hustotě vyšetřovaného objektu a energii záření, tak prostupující část záření je zachycena receptorem, kde dochází ke vzniku diagnostického obrazu ozářené oblasti zájmu. Obraz je realizován buď analogovým způsobem (zčernání filmu po dopadu fotonů) nebo v dnešní době stále více využívaným digitálním způsobem (elektronické zobrazovací detektory s počítačem). Obraz je charakterizován různou intenzitou stupně šedi. Měkké tkáně, které mají menší hustotu a tím nižší absorpci rentgenového záření „propustí“ více záření a na receptoru obrazu dojde k osvětlení jednotlivých pixelů receptoru, resp. dojde k většímu zčernání fotografického filmu (vyšší optická denzita). Naopak kosti, které díky vápníku jsou hutnější, absorbují více rtg záření (propustí méně záření) a dochází ke tvorbě méně intenzivního obrazu či menšího zčernání fotografického filmu (kost se na filmu či monitoru objeví jako světlá). Rentgenový obraz odráží tvary, velikosti, uspořádání ve tkáních a orgánech či jejich patologické projevy v organizmu, jedná se o planární zobrazení (dvojměrná projekce). (Seidl et al, 2012; Dance et al, 2014)

V případě využívání moderní technologie – digitálního zobrazování, je možné zobrazený objekt upravit pomocí postprocessingu a tím významně přispět ke snížení počtu opakovaných snímků. (Vomáčka et al, 2012).

Dřívější způsob filmového zobrazení přinášel čtenější opakování snímků z důvodu špatného vyvolání, kdy na kvalitu snímku měla vliv teplota a stáří vývojky, doba vyvolávání, světlotěsnost kazet a další. Tyto faktory jsou v době digitálního zobrazení zcela eliminovány. Přesto lze evidovat, že RU - opakování snímků se stále vyskytuje, avšak z jiných příčin (bude uvedeno ve výzkumné části práce).

Výzkumná část DP je prováděna na pracovištích, jež provádí skiagrafická vyšetření se zobrazením nepřímou digitalizací. Při této technologii je používána kazeta obsahující paměťovou folii (vyrobená ze stimulačního fosforového materiálu). Po absorpci rtg zařízení dochází k uvolnění elektronů do exitační energetické hladiny. V krystalické mřížce paměťové folie jsou elektrony zadrženy v „pasti“ (latentní obraz je tvořen reliéfem elektronů). Kazeta je následně přenesena a vložena do čtecího zařízení, kdy dochází k přenosu latentního obrazu na světelný signál. Reliéf elektronů je postupně čten neonovým laserem, ten převádí elektrony do stavu relaxace a ty se vrací do původní energetické vrstvy (ztrácejí svoji nadbytečnou energii). Poté dochází k světelnému záblesku, který je zesílen fotonásobičem a převeden na analogový elektronický signál, ten je transformován do digitální formy a zpracován počítačem. Následně je obraz zobrazen na monitoru. Aby se kazeta mohla použít pro další vyšetření, je poté ozářena laserem a zbylý latentní obraz je vymazán. (Šmoranc, 2004; Körner, 2007)

1.3.2 Radiodiagnostická pracoviště

Do rámce zdravotnických zařízení (dále jen ZZ) jsou organizačně začleněna i RDG zařízení, které jsou součástí vyšetřovacích a léčebných složek, jež zabezpečují zobrazovací diagnostiku na potřebné kvalifikační úrovni. Všechna tato zařízení, včetně nestátních podléhají stejným právním předpisům a podmínkám pro bezpečný provoz. Radiologická pracoviště jsou vybavena přístrojovým vybavením podle potřeb ambulantních a lůžkových ZZ, které v daných místech fungují. Ve Věstníku MZ ČR (2019), najdeme obecná ustanovení týkající se jak personálního zajištění, tak požadavků na technické vybavení. (Koncepce, 2016)

Personální zajištění na rentgenových pracovištích najdeme také ve vyhlášce č. 99/2012 Sb. Podle této vyhlášky, musí být na skiagrafickém pracovišti po celou dobu provozu přítomen alespoň jeden RA a dostupný musí být i klinický RF, který má specializovanou způsobilost v oboru radiodiagnostiky. (Vyhláška č. 99/2012 Sb.)

Dle konkrétně prováděných výkonů na pracovišti musí technické vybavení pracoviště umožňovat snímkování s dostatečnou diagnostickou výtěžností. Veškeré požadavky na vybavení pracoviště jsou uvedeny v již zmiňovaném Věstníku MZ 2019 v kapitole 2. (Vyhláška č. 422/2016 Sb; MZČR, 2019)

1.3.3 Kategorizace pracoviště se zdroji IZ

Každé pracoviště, které záměrně a vědomě používá ZIZ, je zařazeno do jedné ze čtyř základních skupin (kategorie I. – IV). Důležitým kritériem je typ a účel používaného ZIZ, očekávaný provoz pracoviště, prováděné radiační činnosti a s tím související zajištění RO. V případě pracoviště s otevřeným radionuklidovým zdrojem hraje roli i vybavení pracoviště (řešení ventilací, izolací a stínění a provedení kanalizace), možnost kontaminace pracoviště, možnost vzniku odpadů a vzniku radiační nehody nebo radiační havárie. Kategorizace zdrojů IZ je prováděna podle míry ohrožení zdraví člověka a životního prostředí. Rozlišujeme 5 kategorií ZIZ: nevýznamné, drobné, jednoduché, významné a velmi významné (§ 12 – 16 vyhlášky č. 422/2016 Sb.).

Na RDG pracovištích, kde se provádí LO, se nakládá s významnými ZIZ a pracoviště jsou zařazena do kategorie II. Výjimku tvoří stomatologické rentgeny a kostní denzitometry, které jsou jednoduchými zdroji IZ a pracoviště je kategorizováno jako I. (Vyhláška č. 422/2016; Zákon č. 263/2016).

1.3.4 Kontrolované a sledované pásmo se zdroji IZ

Na pracovištích, které nakládají se ZIZ a kde lze předpokládat, že efektivní dávka by mohla být vyšší než 6 mSv za rok, nebo že by ekvivalentní dávka mohla přesáhnout tři desetiny limitu radiačního pracovníka pro kůži či končetiny nebo 15 mSv pro oční čočku, je držitel povolení podle § 9 odst. 2 písm. b) a f) AZ povinen vymezit kontrolované pásmo, dokumentovat jeho provoz a zajistit veškerou RO fyzické osoby, která do něj vstoupí. Návrh na vymezení kontrolovaného pásma předkládá žadatel o vydání povolení k používání ZIZ (resp. držitel povolení) k posouzení úřadu. (Janáková, 2013, zákon č. 263/2016 Sb.)

Pokud lze předpokládat, že na pracovišti se ZIZ efektivní dávka překročí 1 mSv ročně nebo ekvivalentní dávka přesáhne jednu desetinu limitu ozáření pro radiačního pracovníka pro oční čočku, kůži a končetiny, je držitel povolení nebo registrant povinen vymezit sledované pásmo, zajistit RO fyzické osoby do něj vstupující a dokumentovat jeho provoz. Sledované pásmo opět vymezuje provozovatel; rozsah a jeho zdůvodnění, popis zdrojů a činnosti, které budou na pracovišti prováděny oznamuje úřadu, který návrh posuzuje. (Zákon č. 263/2016)

1.3.5 Bezpečný provoz na pracovišti

Pracoviště, na kterých se provádí radiační činnost, musí být navržena, postavena a uvedena do provozu takovým způsobem, aby bylo zajištěno bezpečné nakládání se ZIZ. Při jeho provozu musí držitel povolení zajistit dostatečnou RO fyzických osob na pracovišti i fyzických osob pohybujících se v jeho okolí. V případě ukončení provozu týkajících se pracoviště II. kategorie smí provoz ukončit až po předání či likvidaci všech ZIZ, resp. po jejich zajištění proti neoprávněnému použití. (Zákon č. 263/2016)

1.4 Radiační ochrana

V předešlých několika letech (desetiletí) došlo k význačnému pokroku v zobrazovacích technologiích. Tento pokrok sebou nese možnost snížení dávky pacientům při RTG výkonech a získání diagnostické informace v mnohem vyšší míře než kdy dříve. Avšak v tomto případě často za cenu vyšší dávky pacientům, hlavně u CT vyšetření. (Súkupová, 2018)

Z tohoto důvodu je velmi důležitá RO, jejímž cílem je zabezpečení dostatečné ochrany zdraví a zároveň využití všech přínosů zdroje záření. RO usiluje o kontinuitu vývoje a musí být v souladu se současnými poznatky o biologických účincích IZ, s obecnými stanovisky společnosti pro ochranu zdraví obyvatelstva před všemi faktory technického rozvoje a životního prostředí a také s různorodými potřebami, jak současné, tak i očekávané praxe. Neboli musí vzít v úvahu všechny situace, které nastanou při ozáření lidí a poskytovat určité řešení. (Klener, 2000)

1.4.1 Mezinárodní základ koncepce a praxe RO

Za účelem řešení problematiky RO postupně vznikali organizace, systémy a účinné koncepce na nejvyšší odborné úrovni.

V roce 1928 byla založena Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu (ICRP), která vydává doporučení v otázkách RO a stala se základem přístupů jak světových, tak i regionálních vládních organizací a národních předpisů. Tato komise vychází z informací Vědeckého výboru pro účinky atomárního záření (UNSCEAR), který byl ustanoven v roce 1995 Valným shromážděním OSN jako reakce z obav kontaminace životního prostředí radioaktivními látkami z důvodu testování nukleárních zbraní, velkého rozvoje radioaktivních látek a jaderné energie po druhé světové válce. Postupně

se RO začaly zabývat všechny světové i regionální vládní organizace, jež se problematika RO týkala. Jednalo se především o Mezinárodní agenturu pro atomovou energii (MAAE – IAEA), která je v této době rozsahem své činnosti a svým vlivem považována za nejvýznamnější světovou organizací pro otázky dohledu a kontroly nad bezpečností jaderné energetiky. Dále Světová zdravotnická organizace (SZO – WHO), která je řídicí a koordinační autoritou v oblasti mezinárodního zdraví v systému OSN, Mezinárodní organizace práce (MOP – ILO) usilující o sociální spravedlivost a mezinárodně uznávání pracovních práv, Mezinárodní organizace pro potraviny a zemědělství (FAO) usilující o porážku hladu a Organizaci pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD), jež bojuje o lepší ekonomický a sociální blahobyt lidí na celém světě. (Klener, 2000; IAEA, 2015, Petrová, 2018)

I přes významnou pomoc státům, kterou představovaly jejich činnosti a publikace, nebyly všechny publikace navzájem kompatibilní, což vedlo k úsilí o harmonizaci činnosti a vydání společných dokumentů. Jednalo se o dokument – Mezinárodní základní standart ochrany před zářením a bezpečnosti zdrojů záření (IBSS).

Dekrety Evropské unie nesou závaznost pro legislativu i praxi pro členské státy, jež respektují doporučení ICRP a mezinárodní standardy, které vychází z dlouhodobé činnosti organizace Euratom. Národní předpisy ČR vždy vycházely z doporučení ICRP a mezinárodních standardů. (Klener, 2000)

1.4.2 Instituce zabývající se radiační ochranou v České republice

Zvyšující se využívání jaderné energie a IZ dalo za vznik několika organizacím zabývajících se RO (SÚJB, SÚRO, ..).

SÚJB patří do systému státní správy ČR. Založen byl v roce 1993 nejen z důvodu potřeby výkonu státní správy v této oblasti, ale i z potřeby výkonu dozoru nad využíváním IZ a jaderné energie a kontroly v oblasti zákazu chemických, biologických a toxinových zbraní. Stanovuje základní podmínky zajištění jaderné bezpečnosti, RO, havarijní připravenosti a fyzické ochrany, bezpečného ukládání radioaktivních odpadů. Základním kamenem pro vymezení činností této organizace je zákon č. 263/2016 Sb. Zajišťuje odbornou spolupráci s IAEA. Pro havarijní připravenost a krizové řízení SÚJB bylo zavedeno do provozu Krizové koordinační centrum (KCC). (SÚJB)

Potřeba ukládání radioaktivních odpadů s požadavky na jadernou bezpečnost a RO člověka a životního prostředí dala za vznik Správy úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO). Byla zřízena ministerstvem průmyslu a obchodu v roce 1997 a od roku 2001 patří do organizační složky státu. Činnost je vymezena rovněž atomovým zákonem. (SÚRAO, © 2019)

V roce 1995 vznikla výzkumná instituce – Státní ústav radiační ochrany (SÚRO), jejíž hlavní funkcí je zajištění odborné, vzdělávací a informační činnosti související s ochranou před IZ v ČR. Činnost této instituce je upravena statutem. Mezi činnostmi SÚRO patří monitorování množství umělých radioaktivních odpadů v životním prostředí, potravních řetězcích, problematika vnitřní kontaminace a provoz jaderných zařízení. Zabývají se lékařskými expozicemi (využívání zdroje IZ v radioterapii, radiodiagnostice a nukleární medicíně) a sledují a následně hodnotí ozáření obyvatelstva z přírodních zdrojů a radiační rizika. (SÚRO, © 2019)

SÚJB zřídilo pro identifikaci a stanovení radioaktivních, biologických a chemických látek a jejich účinků Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany (SÚJCHBO). Ústav se zaměřuje na vývoj prostředků pro ochranu a dekontaminaci těmito látkami. Jedná se o instituci, která provádí výzkumy v rámci boje proti terorismu a vážným radiačním haváriím. (SÚJCHBO, © 2019)

1.4.3 Účinky ionizujícího záření na organismus

Od počátku tohoto století je snaha získávat co nejvíce poznatků o účincích IZ, v současné době jsou sice poznatky rozsáhlé, ale ne dostačující či úplné. Pro RO je důležité stanovení jednoznačných kritérií, jež budou zaměřena na prevenci závažných poškození z ozáření. Tato kritéria se musí opírat o biologické poznatky, aby bylo možné kvantitativně hodnotit riziko ozáření člověka a lidské populace. Mezinárodní studie zabývající se účinky záření na člověka zpracovává a zobecňuje UNSCEAR.

Při průchodu záření živou hmotou dochází k ionizaci a excitaci a absorbování energie. Na tento proces navazují děje, jež jsou podmíněné komplikovanou organizací živé hmoty. Jedním z podnětů pro tvorbu teorií o účincích záření na živou hmotu bylo zjištění, že k usmrcení jedince stačí neobyčejně malé množství energie IZ v porovnání s jinými druhy energie. (SÚJB; Ulmann, 2002)

Biologické účinky se rozdělují na časné, které vznikají po ozáření větších jednorázových dávek a pozdní, projevující se v delším časovém období. Dále na somatické, jež se týkají ozářeného jedince a genetické, které se vztahují na potomstvo ozářeného jedince. Z hlediska dávky IZ a jejího účinku se dělí na účinky deterministické a stochastické.

Deterministické účinky nastávají po překročení prahové dávky v příslušných tkáních či orgánech (čím vyšší dávka, tím vyšší intenzita účinků). Jsou spojeny se zánikem buněk a ztrátou funkce orgánů a tkání. Mezi deterministické účinky patří akutní nemoc z ozáření, radiační poškození kůže, poškození plodnosti (časné účinky), chronická radiodermatitida, poškození oční čočky (pozdní účinky). Ochranou proti deterministickým účinkům je zamezení dosažení prahové dávky orgánů a tkání, z čehož vyplývá stanovení limitů pro jednotlivé tkáně. (Švec, 2005)

Stochastické účinky se objevují s určitou pravděpodobností, jež je úměrná ozáření (s rostoucí dávkou roste i pravděpodobnost výskytu). K výskytu těchto účinků obvykle dojde po uplynutí nějaké doby. Dochází ke změnám na buňkách, které se po určitém období mohou vyvinout v nádor. Stochastické účinky nelze zcela vyloučit, můžeme jen omezit pravděpodobnost jejich vzniku. (HUŠÁK, 2009; Radiobiologie)

1.4.4 Cíle a základní principy radiační ochrany

RO riziko z ozáření hodnotí s cílem vyloučit deterministické účinky a snížit pravděpodobnost vzniku stochastických účinků IZ na přijatelnou úroveň. Při LO je hlavním cílem RO uplatnit a dodržet zejména tyto základní principy – odůvodnění, optimalizace a bezpečnost zdrojů ionizujícího záření. LO nepodléhá limitům, ale je regulováno tzv. Národními a místními radiodiagnostickými referenčními hodnotami. (Radiobiologie, Petrová, 2014)

Princip zdůvodnění

Veškerá činnost vedoucí k ozáření osob musí být odůvodněna a její přínos pro jedince i společnost musí převažovat nad rizikem, jež vzniká v jejím důsledku. (ČEZ, 2019)

LO by mělo pacientovi způsobit více dobra než škody. Proto indikující lékař by měl vzít v potaz i jiné diagnostické metody, při nichž se nevyužívá škodlivé rtg záření a vykazují stejnou diagnostickou úroveň. V případě nenalezení jiného východiska, odpovědnost za indikaci konkrétního LO připadá primárně příslušnému indikujícímu lékaři

a při provedení LO aplikujícímu odborníkovi. Opakované vyšetření (expozice) z důvodu chybného ozáření pacienta (vykazující nedostatečné diagnostické informace) je považováno za nezdůvodněné. (SÚJB, 2009)

Princip optimalizace

Princip optimalizace vychází z principu ALARA („as low as reasonably achievable“) neboli velikost dávky má být tak nízká, jak lze rozumně dosáhnout. (ČEZ, 2019)

Zákon č. 263/2016 Sb. stanovuje, že každý, kdo provádí činnost vedoucí k ozáření, je povinen dodržovat takovou radiační úroveň, aby riziko ohrožení života, zdraví osob a životního prostředí bylo tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout při uvážení hospodářských a společenských hledisek. (Zákon č. 263/2016 Sb.)

Indikátory optimalizace LO z hlediska RO jsou Národní diagnostické referenční úrovně (dále jen NDRÚ). Jedná se o směrné hodnoty, které by při LO pacienta neměly by být soustavně překračovány. Pokud tak nastane, je zapotřebí uplatnit princip zdůvodnění. V nezdůvodněných případech považujeme pak RO pacienta za neoptimalitovanou a je nutno provést šetření příčin, resp. novou optimalizaci nastavení expozičních parametrů. I kvalitní práce RA a vhodně zvolené postupy a metody přispívají k optimalizaci radiační ochrany. (SÚRO, © 2019)

Princip limitování

V zákoně č. 263/2016 Sb. najdeme, že každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření je povinen omezit ozáření osob tak, aby nedošlo při možné kombinaci ozáření k překročení stanovených limitů. (Zákon č. 263/2016 Sb.)

Mezi základní limity, jež jsou vyjádřeny efektivní a ekvivalentní dávkou za kalendářní rok, patří limity pro obyvatelstvo, pro radiační pracovníky, pro studenty a učně. LO limitům nepodléhá. Místo limitů jsou zavedeny diagnostické referenční úrovně (§ 79 vyhlášky č. 422/2016 Sb.). (Prouza, 2008; SÚRO, 2019, Vyhláška č. 422/2016 Sb.)

Diagnostické referenční úrovně

NDRÚ jsou hodnoty, které nám slouží pro posouzení optimalizace RO pacienta. Každé pracoviště musí vypracovat své vlastní místní diagnostické referenční úrovně (dále jen MDRÚ). Tyto úrovně stanovuje klinický RF pro jednotlivé standardní typy vyšetření

prováděná na pracovišti na základě středních dávek z jednotlivých pracovišť pro daný typ vyšetření. Metodika pro stanovení NDRÚ je uvedena v Národních radiologických standardech: RF.

NDRÚ i MDRÚ stanovené pro standardního pacienta (průměrná hmotnost 75 kg) by v běžné praxi neměly být soustavně překračovány. Pokud tak nastane, musí být aplikace vyšší dávky na pacienta zdůvodněna. (Glatzner, 2011)

Princip bezpečnosti zdrojů ionizujícího záření

Každý, kdo nakládá se ZIZ, je povinen zajišťovat bezpečnost těchto zdrojů. (Zákon č. 263/2016, vyhláška č. 422/2016).

Zúžení tohoto principu na radiodiagnostiku znamená, že technické a dozimetrické vlastnosti zdroje IZ musí být ověřovány systémem zkoušek. Po instalaci a před zahájením používání ZIZ musí být provedena přejímací zkouška, v průběhu využívání ZIZ je bezpečnost zdroje ověřována systémem ZPS a jednou ročně je prováděna zkouška dlouhodobé stability, resp. při každém podezření na špatnou funkci nebo po opravě.

Do uvedeného principu patří i fyzická ochrana ZIZ, která se snaží zabránit krádeži či sabotáži, zneužití zdroje, použití neoprávněnou osobou a zamezit možnému teroristickému činu nebo útoku. (ČEZ, 2019)

1.4.5 RO pacienta

RO pacienta začíná už samotnou indikací lékaře. Indikující lékař by měl před indikací LO přihlédnout ke stavu pacienta, k vážnosti onemocnění či jejich příznaků a zvážit nutnost tohoto vyšetření a hledat i jinou alternativu, která poskytne stejnou diagnostickou úroveň. V případě nenalezení jiné alternativy, by pacient měl být lékařem poučen, o nežádoucích účincích tohoto vyšetření.

Pokud i přes všechna uvážení byl pacient indikován k RTG vyšetření, je povinností RA postupovat v souladu s Místními radiologickými standardy a provádět vyšetření s vysokou úrovní RO. Zde se uplatňuje princip optimalizace, kdy se ke stanovení diagnózy využívá dávky tak nízké, jak lze rozumně dosáhnout. S tím souvisí i technická kvalita používaného rtg zařízení, ověřovaná systémem zkoušek. Nelze opomenout ani kvalitní práce RA a jeho zavedenou „dobrou praxi“.

Pro doporučení kritérií indikace LO a aplikovaných dávek byla vypracována Směrnice rady 97/43/ EURATOM, EURATOM - NOVELA 2013, která pojednává o ochraně zdraví osob před riziky vyplývající z IZ. (Sherer et al, 2006, IAEA, 2018, Papírník, 2018)

Ve dnech 4. až 6. března 2019 se ve Vídni setkalo kolem 50 odborníků z 26 zemí, kteří zkoumali problematiku radiační ochrany u pacientů, jež vzhledem ke svému zdravotnímu stavu musí podstupovat větším množstvím rtg. vyšetření v průběhu svého života (pro diagnostiku a monitorování nemocí). Zjistilo se, že 1 % z 2,5 mil pacientů z 15 zemí dostává v průběhu života kumulativní dávky vyšší, než se předpokládalo (vyšší než 100 mSv) a tím pádem se u nich zvyšuje pravděpodobnost rizika vzniku rakoviny. Účastníci se shodli na několika krocích vedoucích ke zlepšení ochrany pacientů. Jedním z nich je zajištění kvalitních CT přístrojů, které jsou schopné dosáhnout kvality obrazu při nízkých dávkách, volba vhodných zobrazovacích metod, záznamy expozic pacientů v elektronické podobě a dát za vzniku doporučení, které se bude zabývat konkrétní radiační ochranou u těchto pacientů. (Nanago, 2019)

2 Cíl práce a výzkumné otázky

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je analýza důvodů a četnosti opakování snímků a porovnání výsledků mezi jednotlivými vybranými ZZ. Dalším cílem je návrh dokumentu Hodnocení zajištění RO, který pracoviště ročně odesílá SÚJB, respektive návrh opatření, změn a revizí dokumentace s tím související, a to Program zajištění RO.

2.2 Výzkumné otázky

1. Jaké jsou příčiny RU a jaká je četnost jejich opakování na vybraných radiodiagnostických pracovištích?
2. Při jakých typech vyšetření je RU nejčastější?
3. Mají zvolená radiodiagnostická pracoviště vyhovující dokumentaci v souladu s platnou legislativou a řeší dostatečně problematiku RU?
4. Uplatňují se účinně nápravná opatření proti vzniku RU v praxi?

3 Metodika

Analýza podkladů získaných z konkrétních RDG pracovišť a zařazení RU do jednotlivých kategorií. Porovnání výsledků z jednotlivých pracovišť a doporučení ke zlepšení jakosti na pracovišti. Hodnocení dokumentace pro povolenou činnost se ZIZ a praktických postupů, návrh úpravy nebo revize dokumentů souvisejících s činností revidovaných dle zákona č. 263/2016 Sb.

Výzkumná část práce je kvalitativní. Byl proveden sběr údajů o LO ze záznamů o opakování vyšetření poskytnutých třemi ZZ (nemocnice). Sběr dat proběhl se souhlasem vedoucích RA a RF. Přehled analýzy opakování vyšetření je uveden v podkapitolách. Analýzy RU na jednotlivých pracovištích jsou provedeny za období 2010 – 2018 pro ZZ „X“, 2012 – 2018 u ZZ „Y“ a u ZZ „Z“ v období 2011 - 2018.

V zájmu zachování anonymity, jsou jednotlivá radiodiagnostická pracoviště označena značkou X, Y, Z, přičemž dvě ze tří sledovaných ZZ (X, Y) jsou na krajské úrovni, v případě zařízení „Z“ se jedná o městskou nemocnici. Jak již bylo zmíněno v kapitole 1. 2. 10, Doporučení SÚJB týkající se RU má stále podobu pracovního draftu, proto má každé pracoviště rozdílný způsob záznamů o opakování snímků a různé zpracování kapitoly týkající se RU v ročních zprávách Hodnocení zajištění RO zasílaných SÚJB.

4 Výsledky

4.1 Zdravotnické zařízení „X“

Z důvodu „obecného nařízení na ochranu osobních údajů“, které vešlo v platnost 25. května 2018, nebylo možné provádět analýzu opakování snímků přímo z daných protokolů o opakování snímků, jež zapisují RA při každém opakování vyšetření (protokoly obsahují jména, příjmení a rodná čísla pacientů). Proto byla analýza provedena z podkladů, které mi předal RF, jež využíval ke svému zpracování procentuálního zastoupení opakování snímků, které mimo jiné od roku 2017 je vyvěšeno na všech RDG pracovištích daného institutu, pro kontrolu kvality a informování pacientů. Z tohoto důvodu není možné stanovení četnosti RU jednotlivých druhů vyšetření, ani stanovení četnosti opakování jednotlivých typů vyšetření u jednoho pacienta, ale výsledkem této analýzy je četnost opakování celkového počtu vyšetření, jednotlivé příčiny opakování, porovnání mezi jednotlivými pracovišti a zařazení do kategorie RU. Specializace jednotlivých pracovišť jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka 4 Jednotlivá pracoviště ZZ „X“ a jejich zaměření

Pracoviště	Zaměření pracoviště
Centrální rentgen	Skiagrafická vyšetření zejména pro potřeby ortopedie, oční kliniky, ORL, stomatologie, gynekologie, rehabilitace, kliniky nemocí z povolání a externích pracovišť.
Diagnostické centrum	Poskytuje široké spektrum vyšetření pro ambulantní a hospitalizované pacienty.
Dětské RTG	Zaměřeno pro ambulantní a hospitalizované děti.

Pracoviště	Zaměření pracoviště
Chirurgická klinika	Skiagrafická vyšetření pro traumatologii, předoperační vyšetření, kontrolní vyšetření po operacích.
Interní klinika	Diagnostická skiagrafická vyšetření pro oddělení urgentní medicíny, ambulance a lůžkové oddělení interních oborů, kliniku plicních nemocí, geriatric, infekční kliniky.
Klinika Onkologie a radioterapie	Onkologický screening, sledování efektu onkologické léčby, poléčebné kontroly.

Zdroj: (vlastní zpracování)

ZZ „X“ má ve svém Programu zajištění RO (dále jen PZRO), vzhledem k typu ZZ, počtu skiagrafických pracovišť a rozsahu poskytovaných skiagrafických služeb, uvedený počet 3000 opakovaných expozic. Uvedený počet odpovídá přibližně 3 % z celkového počtu vyšetření.

Jak již bylo uvedeno v kapitole č. 3, doposud nebylo vydáno Doporučení SÚJB, které by stanovilo, jak jednotně záznamy o opakování vyšetření mají vypadat a co vše mají obsahovat. Proto každé zařízení má záznamy, ve kterém jsou uvedeny příčiny a počty opakování dle vlastních možností. ZZ „X“ má ve svých podkladech uvedeno deset příčin, jež vedly k opakování vyšetření. Každá příčina a její vysvětlení jsou uvedeny v tabulce č. 5. Příčina distribuce kontrastní látky, byla přidána až v roce 2017 z důvodu opakování vyšetření i na CT. Lze předpokládat, že vzhledem k opakování vyšetření na CT budou další příčiny postupem času ještě doplněny.

Tabulka 5 Jednotlivé příčiny opakování vyšetření ZZ "X"

Číslo	Příčina opakování vyšetření	Vysvětlení příčiny
1	Nesprávné nastavení projekce	Projekce nesplňující kritéria Národních radiologických standardů – Věstník MZ č. 2019
2.	Nesprávné nastavení RTG zařízení	Centrace, SID (SSD), Bucky clona, filtrace Špatně nastavené pracovní místo (stůl s Bucky clonou, vertigraf, volný snímek)
3.	Nesprávné expoziční parametry AEC	Nesprávné nastavení aktivních ionizačních komůrek
4.	Nesprávné expoziční parametry MAN	Nesprávné nastavení kV a mAs
5.	Stav pacienta, nespolutracující pacient	Trauma, stáří, ebrieta, psychický stav
6.	Přítomnost artefaktů	Zobrazovací řetězec (vypadlé pixely, šum,..)
7.	Selhání RTG přístroje	Nefungující AEC Neproběhlá expozice
8.	Znehodnocení snímku při zpracování	Dříve problémy s vyvolávacími automaty Nyní u nepřímé digitalizace se čtečkami kazet
9.	Vadná kazeta, film	Poškozená kazeta či film
10.	Selhání distribuce kontrastní látky	Problém s aplikací kontrastní látky

Zdroj: (vlastní zpracování)

2010

První záznamy o opakování vyšetření jsou z období 9/2009 – 10/2010. Jak je zřejmé z tabulky č. 6 v tomto období došlo k nejvyššímu počtu vyšetření a jejich opakování na Interní klinice. Z celkového počtu 46290 vyšetření bylo opakováno celkem 364 vyšetření z různých příčin, které jsou zobrazeny na obrázku č. 6 S nejnižším počtem opakování se setkáváme na Diagnostickém centru, ve kterém bylo opakováno 14 vyšetření z celkového počtu 11436 vyšetření a na Chirurgické klinice, na které, se opakovalo pouhých 19 vyšetření z celkového počtu vyšetření 31038. Na klinice onkologie a radioterapie není doloženo žádné opakování vyšetření v r. 2010.

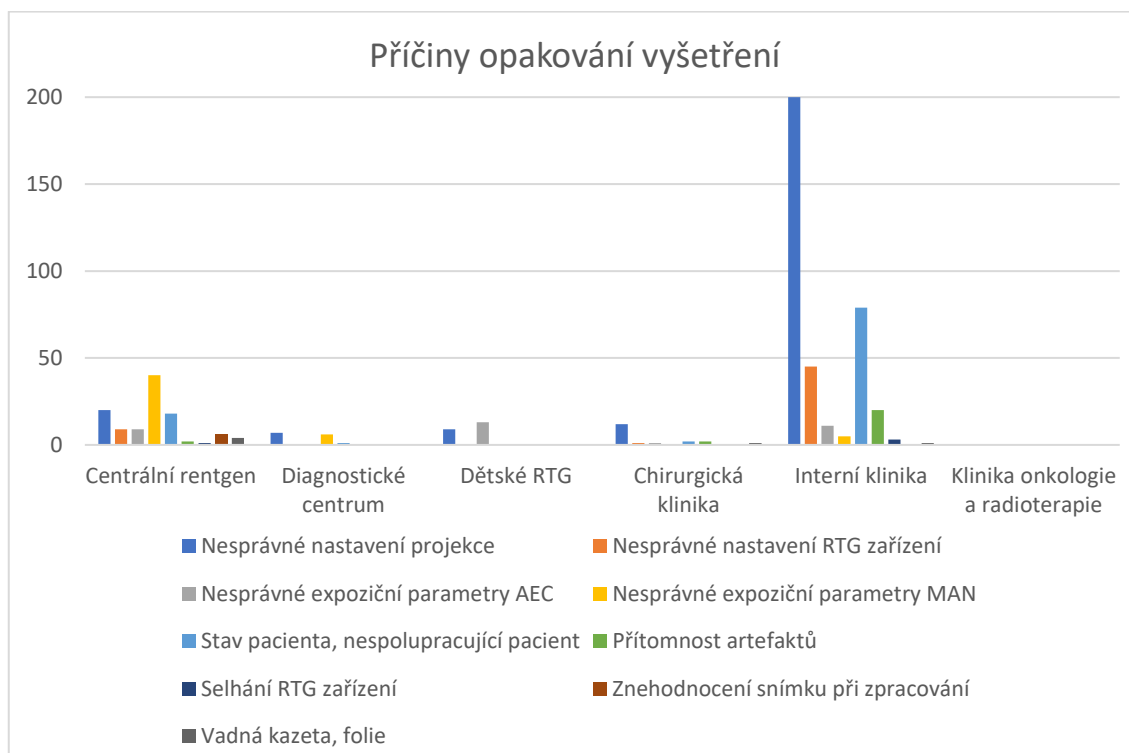
Žádné z pracovišť nepřesáhlo 3 % opakovaných snímků z celkového počtu, což je maximum stanovené v PZRO – kladně posouzená dokumentace SÚJB pro povolenou činnost. Všechny RU byly zařazeny do kategorie C.

Tabulka 6 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření v ZZ „X“, 2010

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	13195	109	0,83%	C
Diagnostické centrum	11436	14	0,12%	
Dětské RTG	8471	22	0,26%	
Chirurgická klinika	31038	19	0,06%	
Interní klinika	46290	364	0,79%	
Klinika onkologie a radioterapie	6024	0	0,00%	0

Zdroj: (vlastní zpracování)

Obrázek č. 6 zobrazuje jednotlivé příčiny opakování vyšetření za období 9/2009 – 10/2010. Vysvětlení jednotlivých příčin je zobrazeno v tabulce č. 5. Nejčastější příčinou opakování vyšetření je špatné nastavení projekce, která nastala celkem v 248 případech, z nichž 200 případů této příčiny bylo na interní klinice. Druhou častou příčinou je špatná spolupráce s pacientem či jeho stav, tedy pohybová neostrost, nebo špatná centrace, což vedlo ke 100 opakování vyšetření. Naopak nejméně opakování bylo z důvodů vadné kazety, znehodnocení snímku při zpracování a selhání RTG přístroje.



Obrázek 6 Příčiny opakování vyšetření v roce 2010, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2011

K nejvyššímu procentuálnímu zastoupení opakování vyšetření (tabulka č. 7) došlo na Dětské klinice, kdy bylo opakováno 0,53 % z celkového počtu vyšetření. Vzhledem k absolutním hodnotám, došlo k nejvyššímu počtu opakování na Interní klinice, kde se opakovalo 66 vyšetření za celý rok z celkového počtu 45211 vyšetření. Nejnižší počet opakování můžeme sledovat na Klinice onkologie a radioterapie.

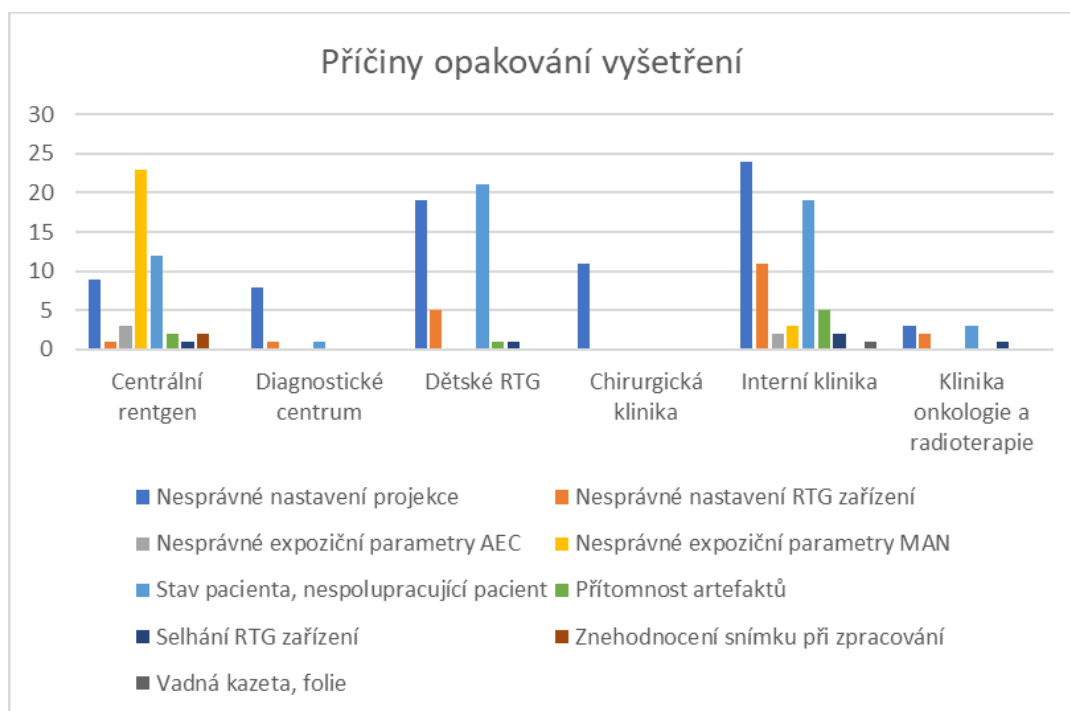
3 % opakovaných snímků stanovené v PZRO nepřesáhlo žádné z pracovišť sledovaného ZZ a všechny RU jsou zařazeny do kategorie C.

Tabulka 7 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2011

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	12827	53	0,41%	C
Diagnostické centrum	14295	10	0,07%	
Dětské RTG	8913	47	0,53%	
Chirurgická klinika	33495	11	0,03%	
Interní klinika	45211	66	0,15%	
Klinika onkologie a radioterapie	4730	9	0,19%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Z obrázku č. 7 je zřejmé, že nejčastější příčinou opakování vyšetření je nesprávné nastavení projekce, tato příčina nastala v 74 případech, za ní následuje opakování z důvodu nespolupracujícího pacienta, které vedlo k 56 opakováním. Další příčinou bylo nesprávné nastavení parametrů MAN, které svým počtem opakování dominuje na pracovišti centrálního rentgenu.



Obrázek 7 Příčiny opakování vyšetření v roce 201, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2012

I v roce 2012 došlo na Interní klinice k nejvyššímu počtu opakování (319 případů) z celkového počtu 45797 vyšetření. S nejnižším počtem opakování se setkáváme na Diagnostickém centru a Chirurgické klinice. Všechny RU jednotlivých pracovišť jsou zařazeny do kategorie C, viz tabulka č 8.

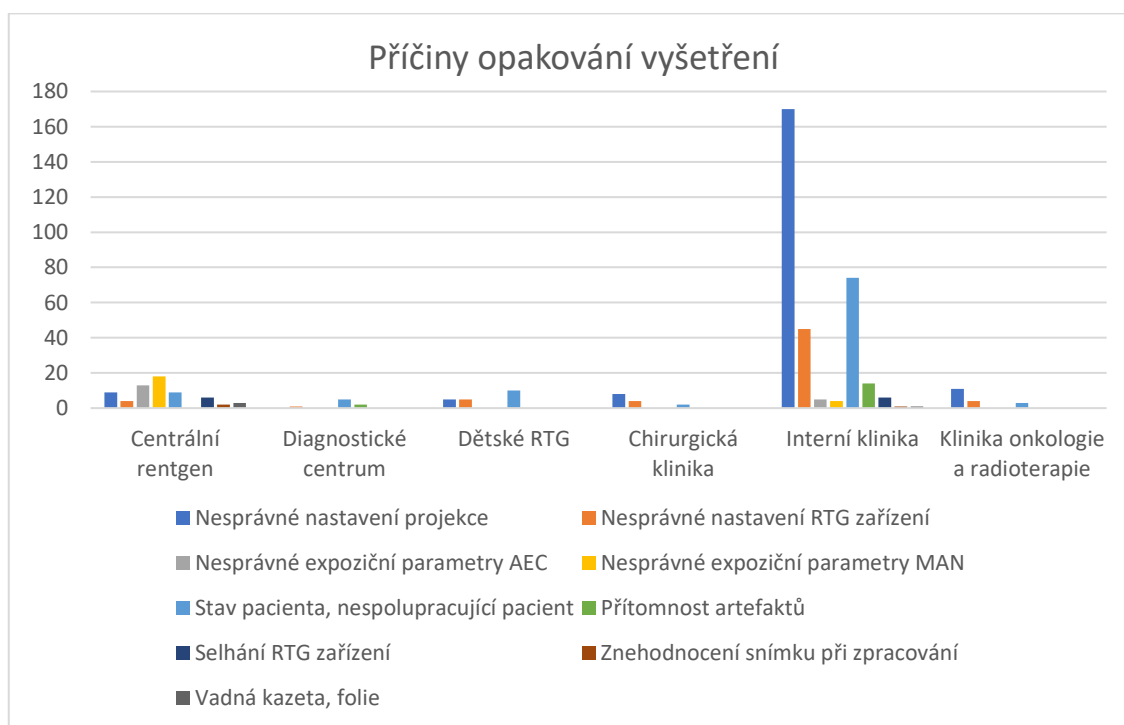
Tabulka 8 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2012

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	14605	64	0,44%	C
Diagnostické centrum	14295	10	0,07%	

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Dětské RTG	7537	20	0,27%	C
Chirurgická klinika	38482	14	0,04%	
Interní klinika	45797	319	0,70%	
Klinika onkologie a radioterapie	4167	18	0,43%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Z obrázku č. 8 je patrné, že nejvíce opakování vyšetření se objevilo na Interní klinice, ve které dominuje příčina nesprávné nastavení projekce (170 opakování). Tato příčina je také nejčastějším důvodem opakování v roce 2012 (dohromady 203 případů). Nespolutracující pacient je druhou nejčastější příčinou opakování (103 případů). Nejméně opakování zapříčinila vadná kazeta a znehodnocení snímku při zpracování.



Obrázek 8 Příčiny opakování vyšetření v roce 2012, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2013

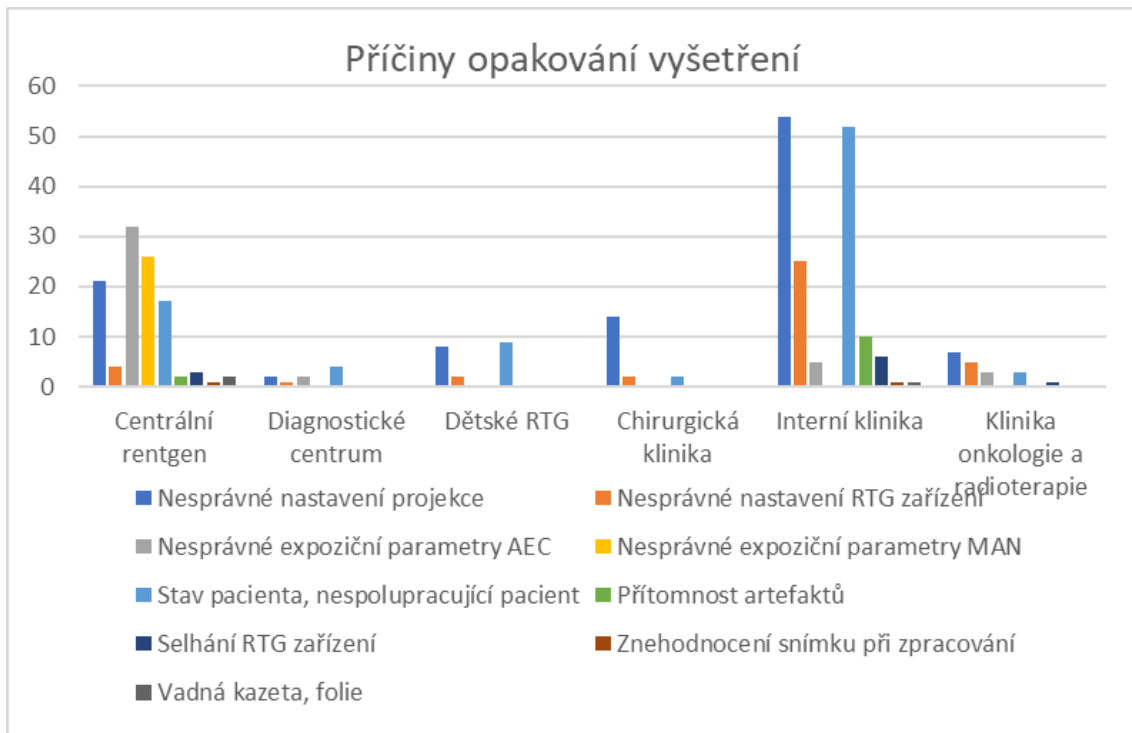
Žádné z uvedených pracovišť v tabulce č. 9 nepřesáhlo nastavenou hranici 3 % a všechny RU jsou zařazeny do kategorie C. S nejvyšším počtem opakování (151) se opět setkáváme na Interní klinice. Naopak nejnižšího počtu opakování bylo dosaženo v Diagnostickém centru, kdy bylo opakováno pouhých 9 vyšetření.

Tabulka 9 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2013

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	14972	108	0,72%	C
Diagnostické centrum	13424	9	0,07%	
Dětské RTG	7828	19	0,24%	
Chirurgická klinika	38920	18	0,05%	
Interní klinika	49624	151	0,30%	
Klinika onkologie a radioterapie	4554	19	0,42%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Na obrázku č. 9 vidíme, že nejčtenější příčinou opakování vyšetření je opět nesprávné nastavení projekce, jež nastalo ve 106 případech, hned za ním dominuje nespolutracující pacient. Dále se objevuje opakování snímků z důvodu nesprávného nastavení RTG zařízení a nesprávné manuální nastavení expozičních parametrů.



Obrázek 9 Příčiny opakování vyšetření v roce 2013, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2014

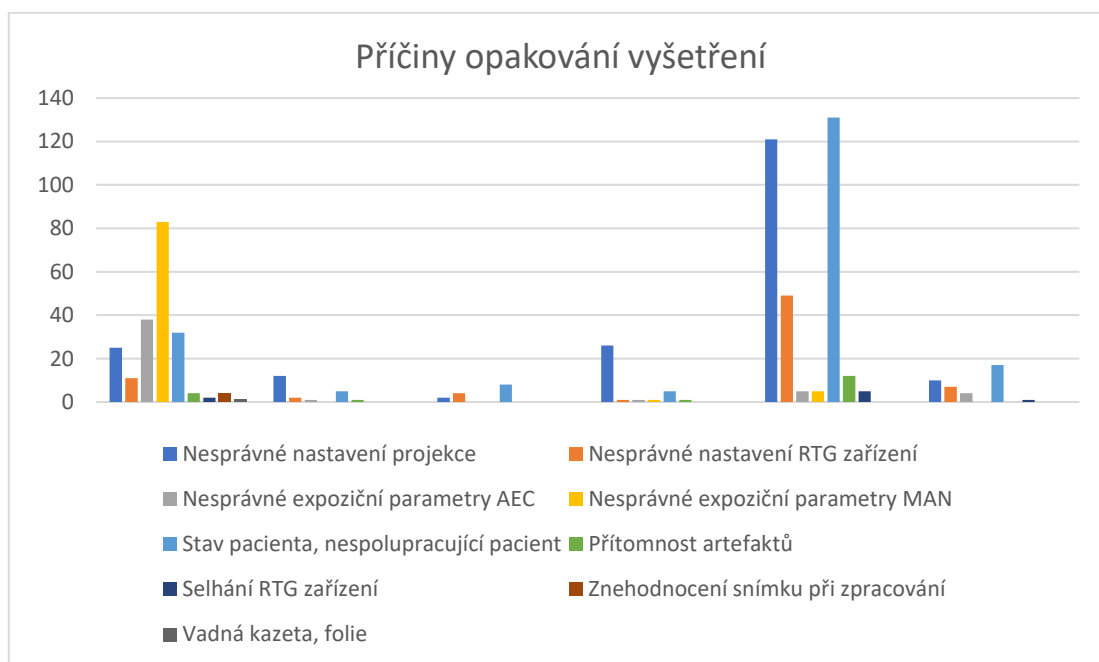
Ani v roce 2014 nedošlo k překročení stanovené hranice 3 % opakovaných vyšetření z celkového počtu a RU všech pracovišť ZZ jsou zařazeny do kategorie C. Avšak v procentuálním zastoupení opakování vyšetření bylo překročeno 1 % opakovaných snímků na Centrálním rentgenu, což odpovídá počtu 200 vyšetření. V případě absolutních hodnot došlo k nejčtenějšímu opakování na Interní klinice s počtem 328 opakování (tabulka č. 10).

Tabulka 10 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2014

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	15833	200	1,26%	C
Diagnostické centrum	13347	21	0,16%	
Dětské RTG	8257	14	0,17%	
Chirurgická klinika	42730	35	0,08%	
Interní klinika	50372	328	0,65%	
Klinika onkologie a radioterapie	4157	39	0,94%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

V roce 2014 dominuje opakování vyšetření z důvodu nespolutracujícího pacienta, které se objevilo v 198 případech. Hned za ním (o dva případy méně) je příčinou opakování vyšetření nesprávné nastavení projekce, viz obrázek č. 10.



Obrázek 10 Příčiny opakování vyšetření v roce 2014, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2015

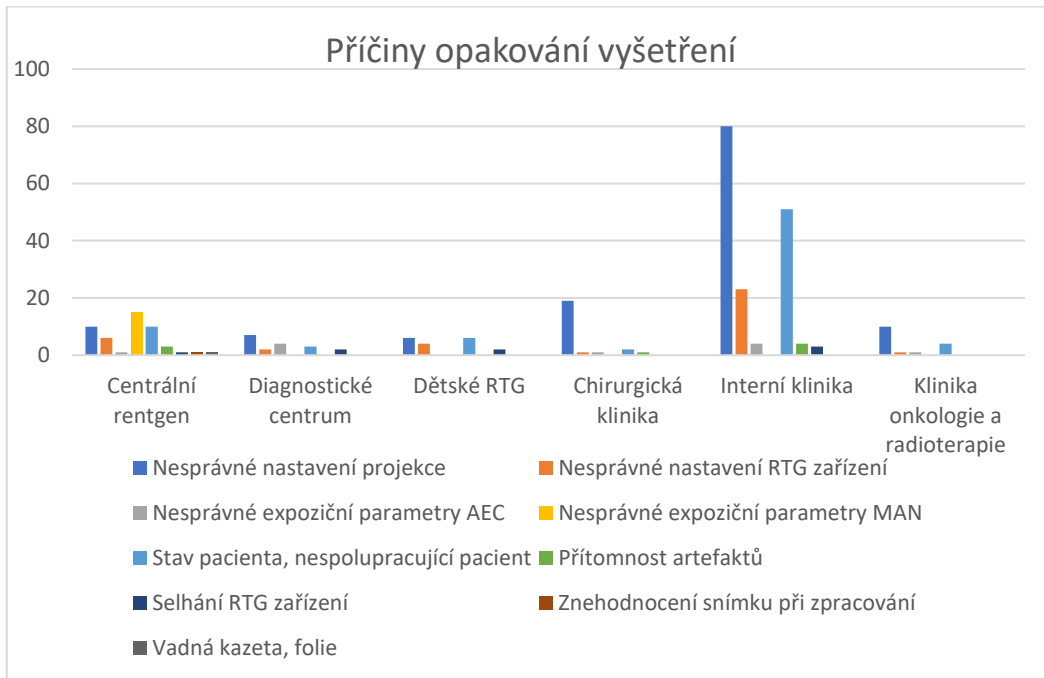
V roce 2015 bylo dosaženo nejvyššího počtu opakování na Interní klinice (Tabulka č. 11), na tomto pracovišti bylo opakováno 165 vyšetření. S nejnižšími počty opakování se setkáváme na Dětském RTG, Klinice onkologie a radioterapie a Diagnostickém centru. Všechna pracoviště vzhledem k RU jsou zařazena do kategorie C.

Tabulka 11 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2015

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	14072	48	0,34%	C
Diagnostické centrum	13980	18	0,13%	
Dětské RTG	8257	14	0,17%	
Chirurgická klinika	44046	24	0,05%	
Interní klinika	45680	165	0,36%	
Klinika onkologie a radioterapie	6234	16	0,26%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

I v roce 2015 je nejčastější příčinou opakování nesprávné nastavení projekce (celkem 132 opakování) a nespolupracující pacient (obrázek č. 11). Obě tyto příčiny opět dominují na Interní klinice.



Obrázek 11 Příčiny opakování vyšetření v roce 2015, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2016

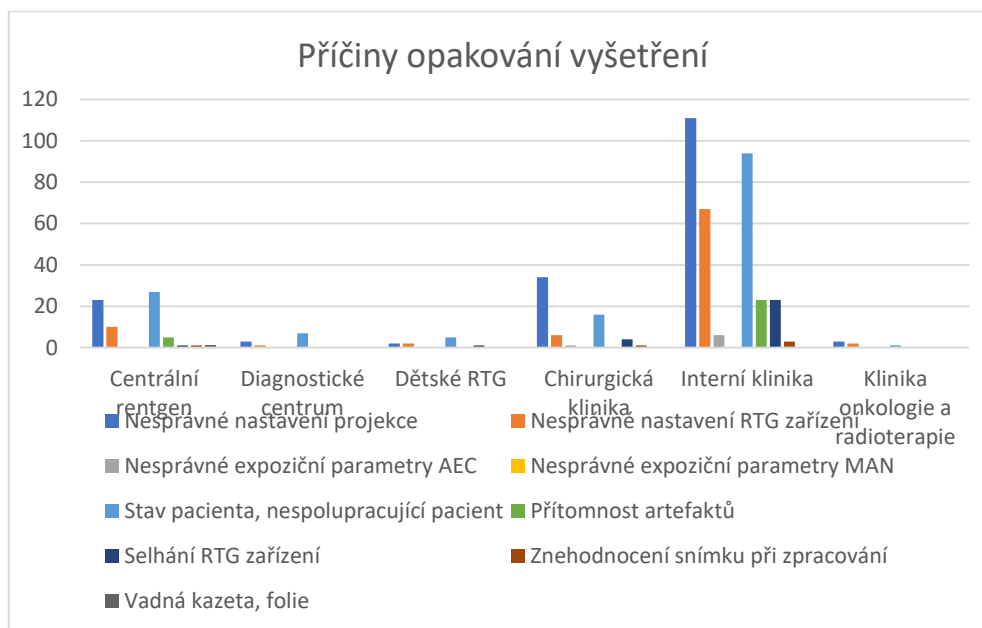
Tabulka č. 12 zobrazuje celkový počet vyšetření a počet opakovaných snímků v roce 2016. K největšímu počtu opakovaných vyšetření došlo na Interní klinice, s počtem 327 z celkového počtu 49591 vyšetření. Nejméně opakovaných expozic nastalo na Klinice onkologie a radioterapie a na Dětské RTG, kdy počet nepřesáhl 10 opakovaných expozic í za rok. Všechny vzniklé RU byly zařazeny do kategorie C.

Tabulka 12 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2016

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	16483	68	0,41%	C
Diagnostické centrum	14104	11	0,08%	
Dětské RTG	8619	10	0,12%	
Chirurgická klinika	38096	62	0,16%	
Interní klinika	49591	327	0,66%	
Klinika onkologie a radioterapie	3186	6	0,19%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Z obrázku č. 12 je zřejmé, že i v roce 2016 došlo k nejvíce opakovaným vyšetření z důvodu nesprávného nastavení projekce a nespolupracujícího pacienta.



Obrázek 12 Příčiny opakování vyšetření za rok 2016, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2017

Do kategorie C RU byly zařazeny všechna pracoviště i v roce 2017, ve kterém došlo k nejvyššímu počtu opakovaných expozičních na Interní klinice, opakovalo se 221 vyšetření. Nejméně opakovaných expozičních bylo zjištěno na Dětské RTG, viz tabulka č. 13.

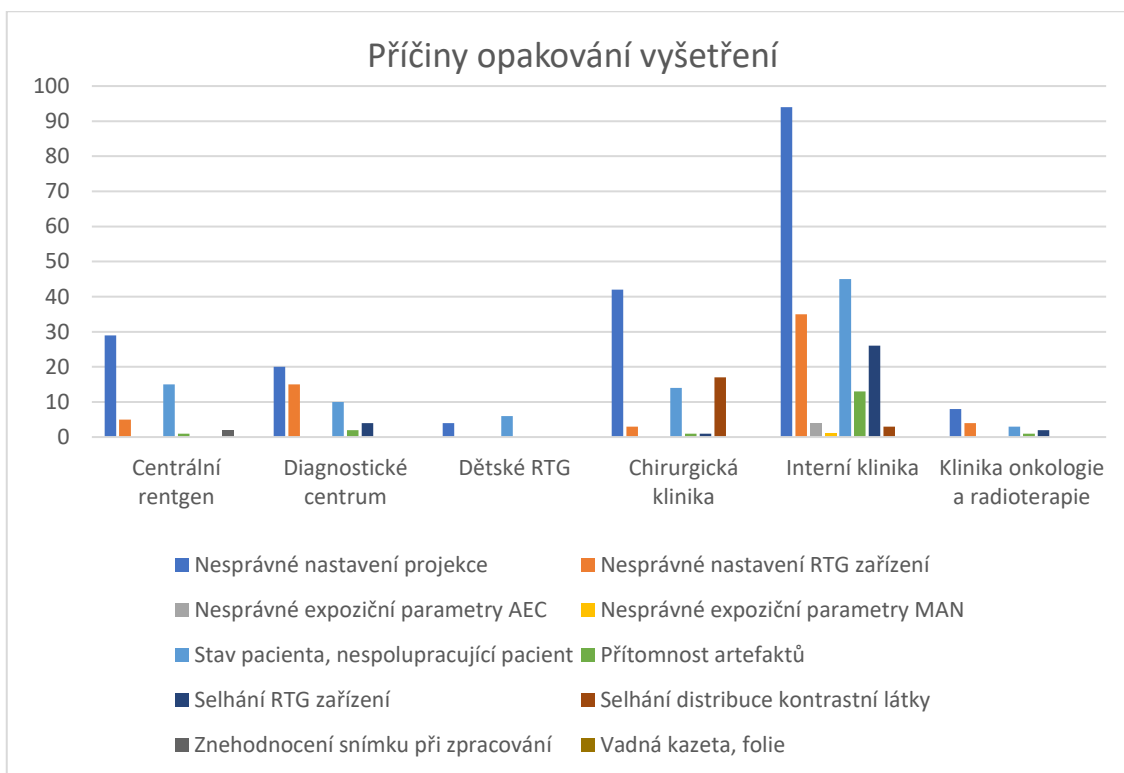
Tabulka 13 Celkový počet vyšetření a opakování ve ZZ „X“, 2017

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	16531	52	0,31%	C
Diagnostické centrum	13587	51	0,38%	
Dětské RTG	9434	10	0,11%	
Chirurgická klinika	37755	78	0,21%	
Interní klinika	56141	221	0,39%	

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Klinika onkologie a radioterapie	2863	18	0,63%	C

Zdroj: (vlastní zpracování)

V roce 2017 bylo mezi příčiny zařazeno i selhání distribuce kontrastní látky na CT. K opakování v tomto případě došlo ve 20 případech (17 x na Chirurgické klinice a 3 x na Interní klinice). Každopádně nejčtenější příčinnou v tomto roce je také jako v předešlých letech nesprávné nastavení projekce a nespolutracující pacient (obrázek č. 13).



Obrázek 13 Příčiny opakování vyšetření v roce 2017, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

2018

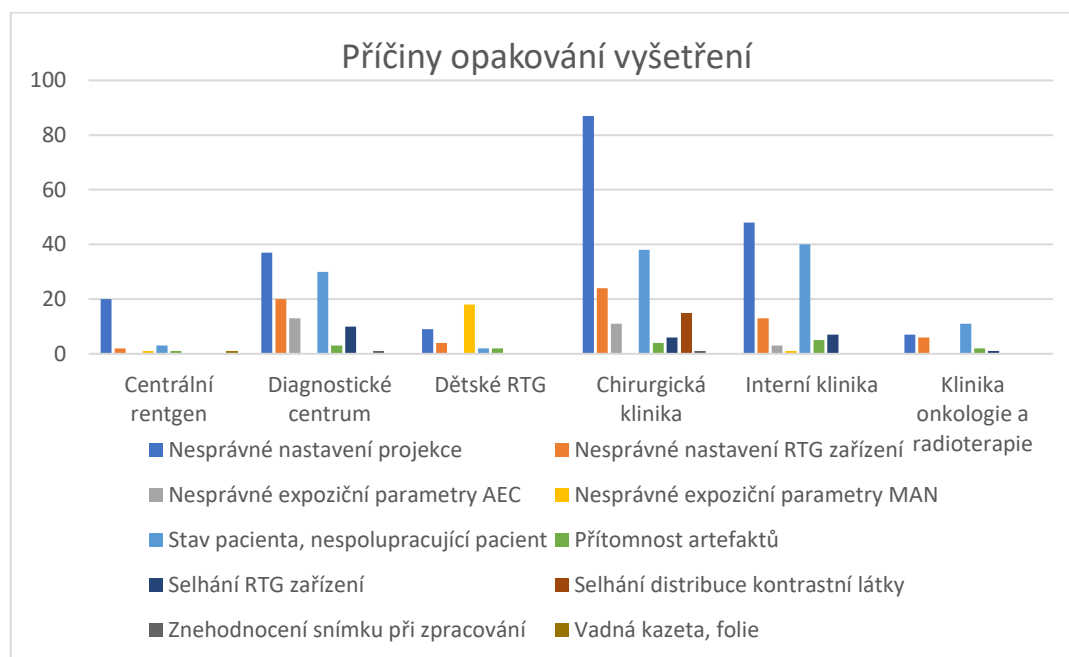
V tomto roce došlo oproti minulým rokům ke změně, nejvyšší počet RU se objevil na Chirurgické klinice s počtem 186 opakovaných vyšetření. Všechny RU byly zařazeny do kategorie C, viz tabulka č. 14.

Tabulka 14 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2018

Pracoviště	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
Centrální rentgen	15687	27	0,17%	C
Diagnostické centrum	14516	114	0,79%	
Dětské RTG	9387	35	0,37%	
Chirurgická klinika	37597	186	0,50%	
Interní klinika	56121	117	0,21%	
Klinika onkologie a radioterapie	2822	27	0,96%	

Zdroj: (vlastní zpracování)

I v tomto případě došlo k nejčetnějšímu opakování vyšetření z důvodu špatného nastavení projekce a nespolupracujícího pacienta. Z důvodu selhání distribuce kontrastní látky došlo k 15 opakovaným vyšetřením a to na Chirurgické klinice. (Obrázek č. 14)



Obrázek 14 Příčiny opakování vyšetření v roce 2018, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

Vývoj RU v čase – Interní klinika

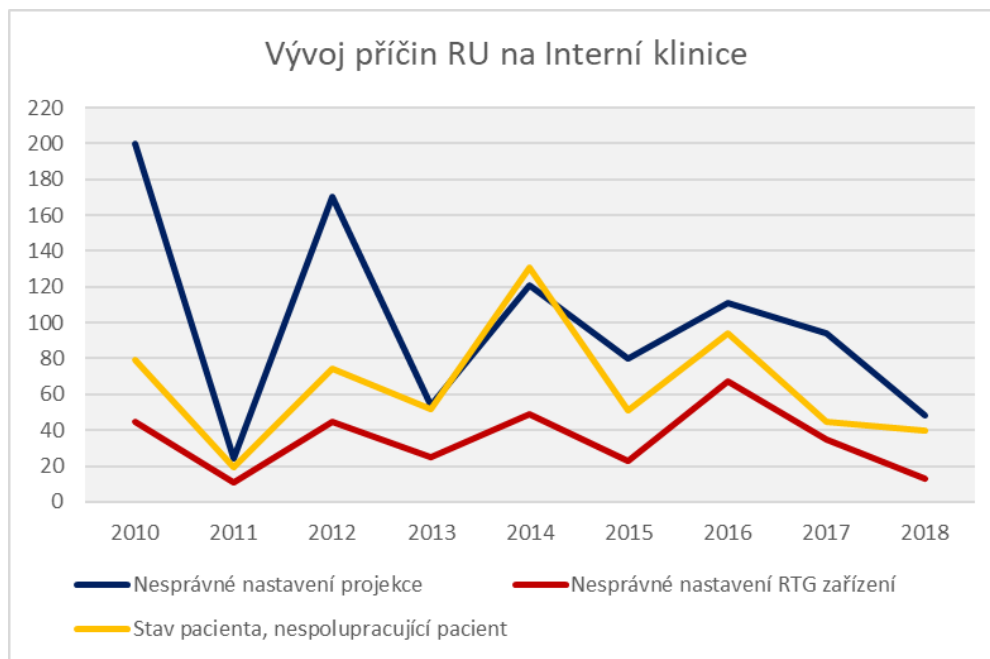
Pro zobrazení vývoje příčin RU bylo vybráno pracoviště Interní kliniky, na které se za sledovaná období 2010 – 2017 objevilo nejvíce opakovaných vyšetření (v roce 2018 byl zaznamenán nejvyšší počet opakovaných expozic na Chirurgické klinice). Z analýzy trendu v čase můžeme Interní kliniku považovat za nejvíce „rizikové pracoviště“ ve zkoumaném ZZ „X“ s ohledem na počet opakovaných expozic, tedy RU C.

Na obrázku č. 15 je zobrazen trend RU za všechny sledované roky a tři nejčastější příčiny, jež vedly k opakování. Nejvíce expozic se opakovalo z důvodu nesprávného nastavení projekce, kdy nejvyššího počtu tato příčina dosáhla v roce 2010. V roce 2011 došlo k prudkému poklesu této příčiny a opakovalo se jen 24 vyšetření. Ovšem v následujícím roce, počet opakování z již zmíněné příčiny byl opět rapidně zvýšen na 170 a v dalším roce došlo k jejímu opětovnému poklesu. Od roku 2016 dochází k postupnému poklesu opakování vyšetření z uvedené příčiny.

Druhou nejčastější příčinou, která vedla k opakování vyšetření, je stav pacienta či špatná spolupráce s pacientem. V tomto případě jsme se setkali s nejvyšším počtem

opakovaných expozic v roce 2014, kdy bylo opakováno 131 vyšetření (o 10 více než z příčiny nesprávného nastavení projekce). Od roku 2016 taktéž dochází k poklesu opakování expozic z tohoto důvodu.

Nesprávné nastavení RTG zařízení je třetí nejčastější příčinou opakování expozice, která nejvyššího počtu dosáhla v roce 2016 a od tohoto roku dochází k jejímu poklesu.



Obrázek 15 Vývoj příčin RU v čase - Interní klinika, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)

4.2 Zdravotnické zařízení „Y“

Veškerá data ze ZZ „Y“ byla získána od vedoucího RA dle podmínek „obecného nařízení na ochranu osobních údajů“.

Všechna opakování vyšetření byla zapisována RA do informačního systému v elektronické podobě. V případě tohoto - zařízení záznamy o opakování vyšetření obsahují 4 příčiny. Ty jsou srovnávány s příčinami předešlého zařízení „X“ v tabulce č. 15 a jejich popis najdeme v kapitole 4.1, tabulka č. 5. Příčina, která se objevuje navíc pouze v tomto ZZ, je chyba žádanky (uváděno ve zkratce „CHYZ“). Jedná se o chybu lékaře, jež žádanku vystavuje (uvedení nesprávné oblasti či strany).

Výsledkem této analýzy je zařazení RU do příslušné kategorie, zobrazení četnosti opakování vyšetření za jednotlivé roky (2012 -2018) a stanovení četnosti jednotlivých příčin opakování snímků za období 2014 – 2018. Dále bylo na tomto pracovišti možno

sledovat i četnost opakování konkrétního typu vyšetření, tj. snímků jednotlivých oblastí těla s uvedením příčin. Lze předpokládat, že snímková oblast bude mít vliv na četnost opakování snímků a to zejména z důvodu pohybové neostrosti.

Tabulka 15 Příčiny opakování vyšetření ve ZZ"Y"

Zkratka	Význam	Přiřazení příčin
CHYL	Chyba laboranta	Nesprávné nastavení projekce
		Nesprávné nastavení RTG zařízení
		Nesprávné expoziční parametry AEC
		Nesprávné expoziční parametry MAN
CHYP	Chyba pacienta	Stav pacienta, nespolupracující pacient, Pohyb pacienta během expozice
CHYM	„Chyba mašiny“	Přítomnost artefaktů
		Selhání RTG přístroje
		Znehodnocení snímku při zpracování
		Vadná kazeta
CHYZ	Chyba žádanky	Stranová záměna, uvedení nesprávné oblasti

Zdroj: (vlastní zpracování)

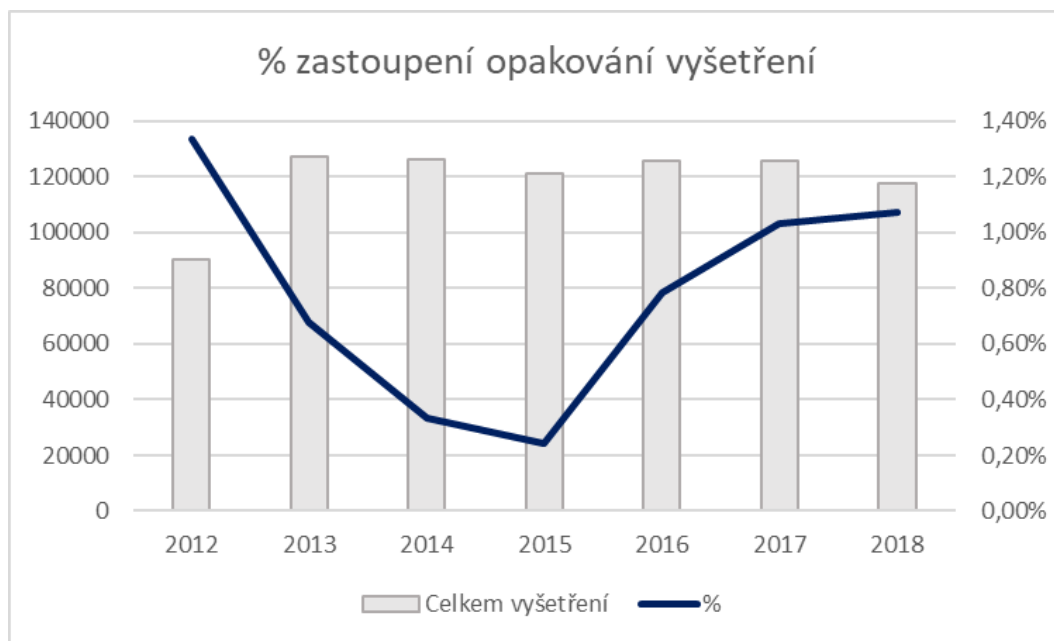
Tabulka č. 16 zobrazuje celkový počet vyšetření za jednotlivé roky a jejich opakování. Nejvyššího počtu opakování si můžeme povšimnout v roce 2017, kdy se jednalo o 1300 vyšetření. Nejméně opakovaných expozic bylo zaznamenáno v roce 2015, kdy bylo opakováno 293 vyšetření.

Tabulka 16 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření za období 2012 – 2018, ZZ „Y“

Rok	Celkem vyšetření	Celkem opakování	%	Kategorie RU
2012	90313	1204	1,33 %	C
2013	127099	861	0,68 %	
2014	126255	421	0,33 %	
2015	121171	293	0,24 %	
2016	125456	982	0,78 %	
2017	125954	1300	1,03 %	
2018	117723	1264	1,07 %	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Nejvyšší procentuální opakování vyšetření bylo zjištěno v roce 2012, kdy z celkového počtu 90313 vyšetření bylo opakováno 1,33 % vyšetření (obrázek č. 16). Nejméně opakovaných expozic bylo zaznamenáno v roce 2015, kdy z celkového počtu 121171 vyšetření bylo opakováno pouze 0,24 % vyšetření.



Obrázek 16 Procentuální zastoupení opakování vyšetření za období 2012 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

Tabulka č. 17 vypovídá o opakovaných vyšetřeních jednotlivých oblastí těla za jednotlivé roky (2014 – 2015). Nejčastěji se objevilo opakování snímků v oblasti horní končetiny, u které se opakovalo dohromady 1308 vyšetření. V této oblasti se nejvíce opakovalo vyšetření zápěstí, kdy došlo dohromady k 527 opakování za daná období. Druhým nejčastěji opakovaným vyšetřením je oblast trupu, u které došlo celkem k 1152 opakování. V oblasti trupu se nejvíce opakovalo vyšetření plic, kdy v roce 2016 došlo až k 117 opakování. V oblasti dolní končetiny nastalo 929 opakování snímků, z toho bylo opakováno nejvíce vyšetření kotníku. V oblasti hlavy a šíje bylo opakováno celkem 502 vyšetření. V této oblasti došlo k nejčastějšímu opakování při vyšetření C páteře (AP + LAT). Nejméně opakovaných expozic bylo zaznamenáno v oblasti pánve, kdy došlo k 366 opakování. Pánev byla nejčastěji opakovaným vyšetřením v kategorii „oblast pánve“. V roce 2018 došlo k překročení kritéria (200 a více pacientů za rok) pro překlasifikaci RU z kategorie C do kategorie B - bylo opakováno 212 vyšetření zápěstí. Vývoj opakování vyšetření zápěstí a jejich příčin ve zkoumaném období (2014 – 2015) je zobrazen na obrázku č. 17.

Tabulka 17 Opakování expozic jednotlivých oblastí těla za období 2014 - 2018, ZZ "Y"

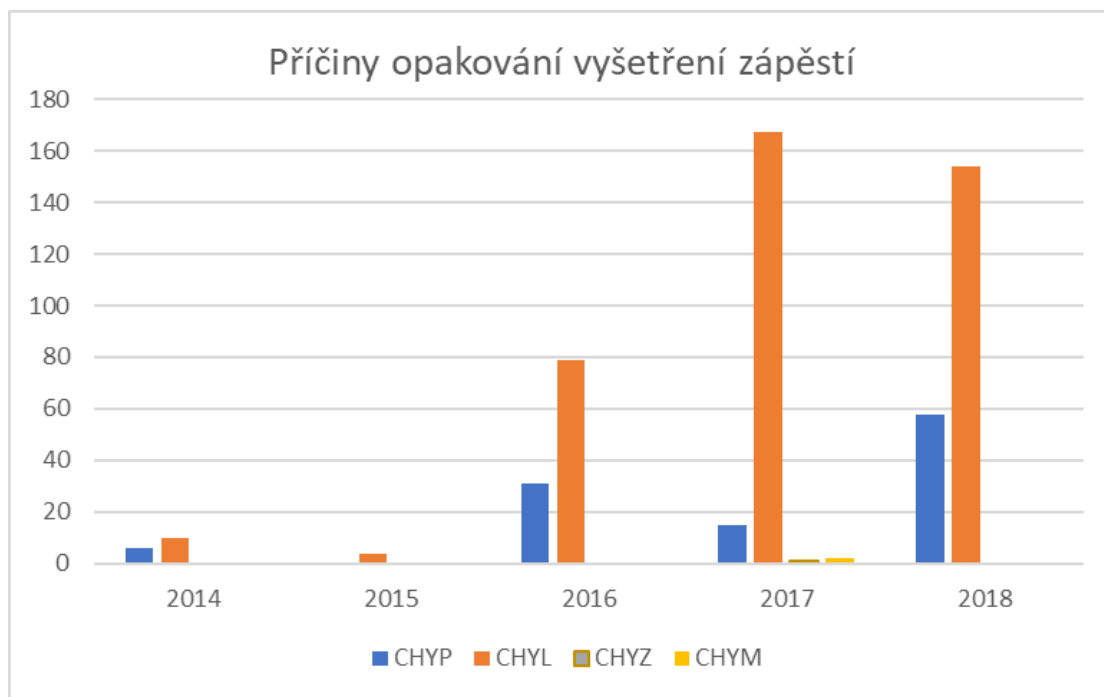
Vyšetřovaná oblast		Projekce	2014	2015	2016	2017	2018
Hlava + šíje	Lebka	PA/AP + LAT	19	15	33	58	37
		Town	6	0	1	0	2
	Obličejový skelet	PA	1	1	12	3	6
	VDN	PA	9	4	10	11	2
	Nosní kůstky	LAT	1	0	5	5	1
	Mandibula	PA	1	1	0	1	3
	C páteř	AP + LAT	31	17	58	37	68
		Šikmá	7	4	5	4	1
		Dynamické snímky	0	1	3	1	4
		Sandberg	4	7	1	2	0
Celkem pro danou oblast			78	50	128	122	124
Trup	C – Th přechod	AP	0	2	2	2	1
	Žebra	AP	2	2	10	24	16
	Sternum	PA	3	1	2	5	7
	Hrudník	PA/ AP + PB	76	56	117	114	90
		Lůžko	7	3	11	16	25
	Klíční kost	AP	3	9	5	9	8
	Th páteř	AP	14	4	22	15	7
	Th – L přechod	AP	4	1	1	4	7
	LS páteř	AP + LAT	17	11	35	52	47

Vyšetřovaná oblast		Projekce	2014	2015	2016	2017	2018
Trup	LS páteř	Funkční snímky	0	0	3	3	5
	Břicho	AP	27	17	31	17	24
		Na boku (HP)	6	5	9	17	2
		PA	13	9	44	23	26
	Celá páteř	AP	0	0	0	2	0
Celkem pro danou oblast			172	120	292	303	265
Pánev	Pánev	AP	22	20	54	48	50
		Šikmá	2	0	1	5	3
	SI skloubení	AP	1	0	3	0	0
	Kyčle	AP	25	8	33	18	27
		AX	3	5	11	6	8
	Sacrum	AP + LAT	0	0	2	6	5
Celkem pro danou oblast			53	33	104	83	93
Horní končetina	Lopatka	AP	3	0	10	33	10
	Rameno	AP	13	7	28	49	60
		Jiná projekce	17	1	23	42	21
	Paže	AP	1	4	17	22	15
	Předloktí	PA + LAT	2	2	17	38	33
	Loket	PA + LAT	6	2	32	41	98
	Zápěstí	PA + LAT	16	4	110	185	212
	Ruka	PA + šikmá	4	0	17	18	8
	Prsty ruky	PA + LAT	7	3	17	27	33
Celkem pro danou oblast			69	23	271	455	490

Vyšetřovaná oblast		Projekce	2014	2015	2016	2018	2019
Dolní končetina	Stehno	AP	1	3	11	10	14
	Kolenno	LAT	16	35	38	106	101
		Patela	7	3	6	14	7
		Ve stoje	2	4	6	2	2
	Bérec	AP	1	2	19	26	21
	Kotník	AP + LAT	10	10	81	148	123
	Noha	PA + šikmá	7	5	9	15	12
		Vstoje	1	3	3	1	1
	Prsty nohy	PA	1	1	6	10	3
	Pata	LAT	3	1	8	5	8
	Celkem pro danou oblast			49	67	187	337

Zdroj: (vlastní zpracování)

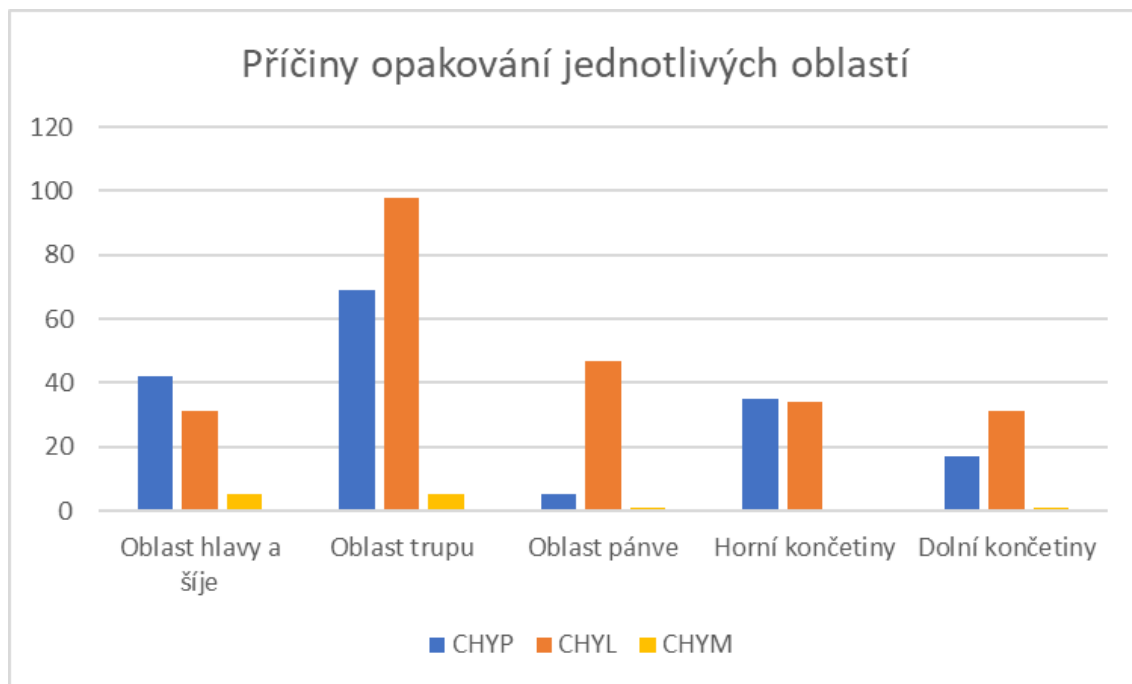
Obrázek č. 17 zobrazuje vývoj opakování vyšetření zápěstí a jeho příčiny. Z obrázku je zřejmé, že v roce 2018 došlo k překročení 200 opakování vyšetření v této oblasti. Nejčastější příčinou opakování je chyba laboranta (dále jen CHYL). Druhou příčinou je chyba pacienta (dále jen CHYP) a jen ve třech případech se objevila chyba „chyba mašiny“ neboli chyba rtg zařízení (dále jen CHYM) a chyba v žádance (dále jen CHYZ).



Obrázek 17 Vývoj opakování vyšetření zápěstí a jejich příčiny, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

2014

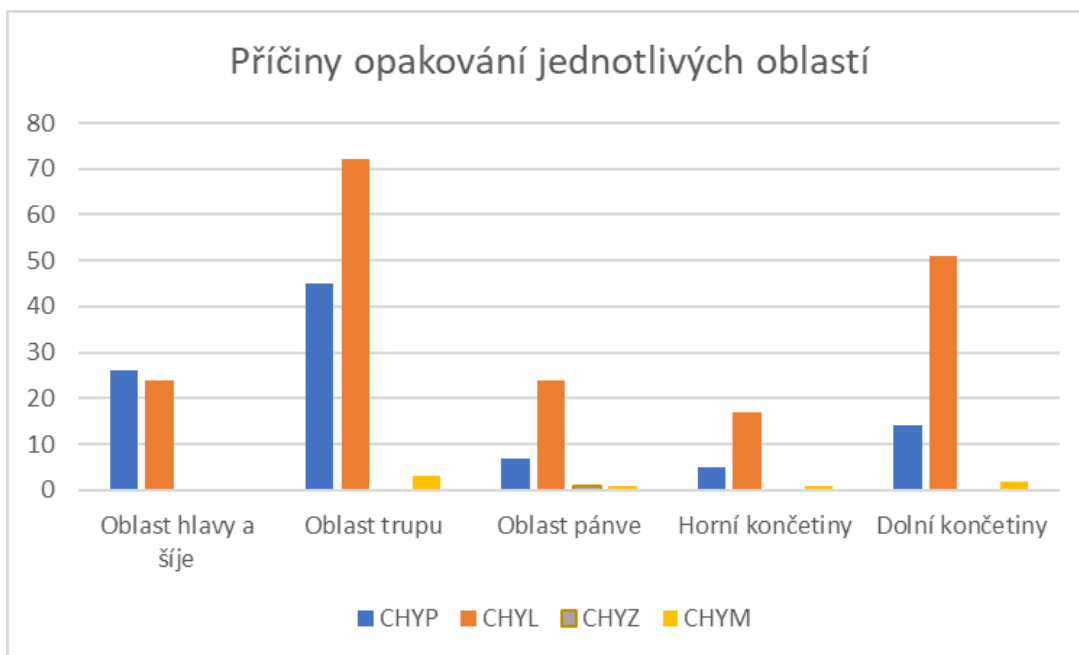
Z obrázku č. 18 je zřejmé, že nejčastější příčinou opakování je CHYL, která se objevila celkem ve 241 případech, nejvíce opakovaných vyšetření z této příčiny se projevilo v oblasti trupu. Nejméně opakování se objevilo z důvodu CHYM a to pouze 12krát. Z důvodu CHYP bylo opakováno 168 vyšetření. Příčina CHYZ se v roce 2014 neobjevila.



Obrázek 18 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2014, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

2015

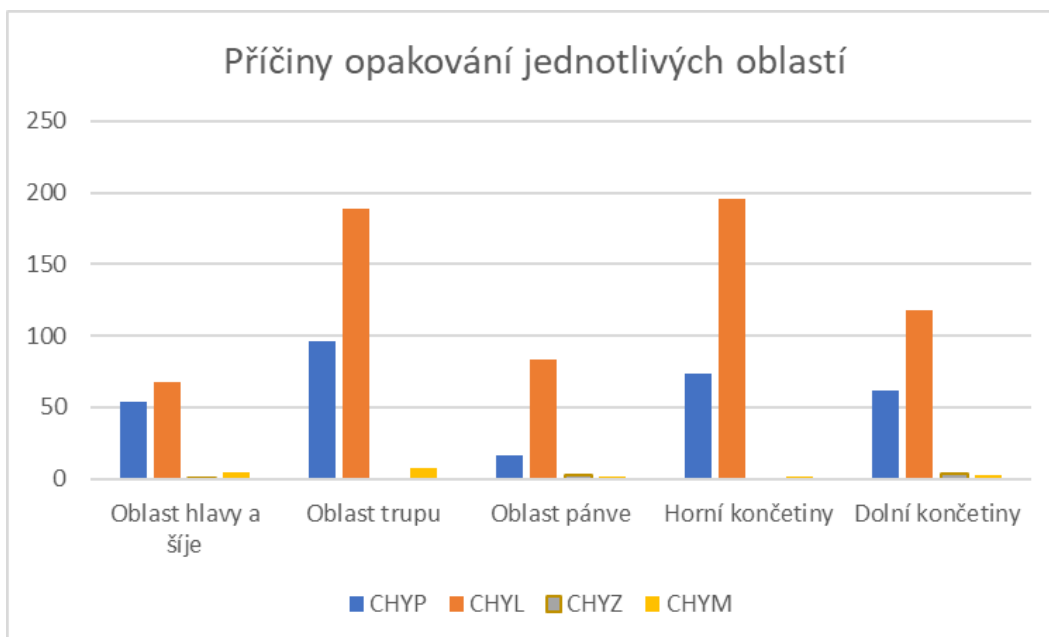
V roce 2015 byla nejčastější příčina opakování vyšetření CHYL, která vedla ke 188 opakování vyšetření. V nejvyšším počtu byla tato příčina zaznamenána v oblasti trupu (72 případů). V tomto roce se objevil jeden případ opakování vyšetření (kyčle AP) z důvodu CHYZ. CHYM byla zaznamenána v 7 případech, viz obrázek č. 19.



Obrázek 19 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2015, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

2016

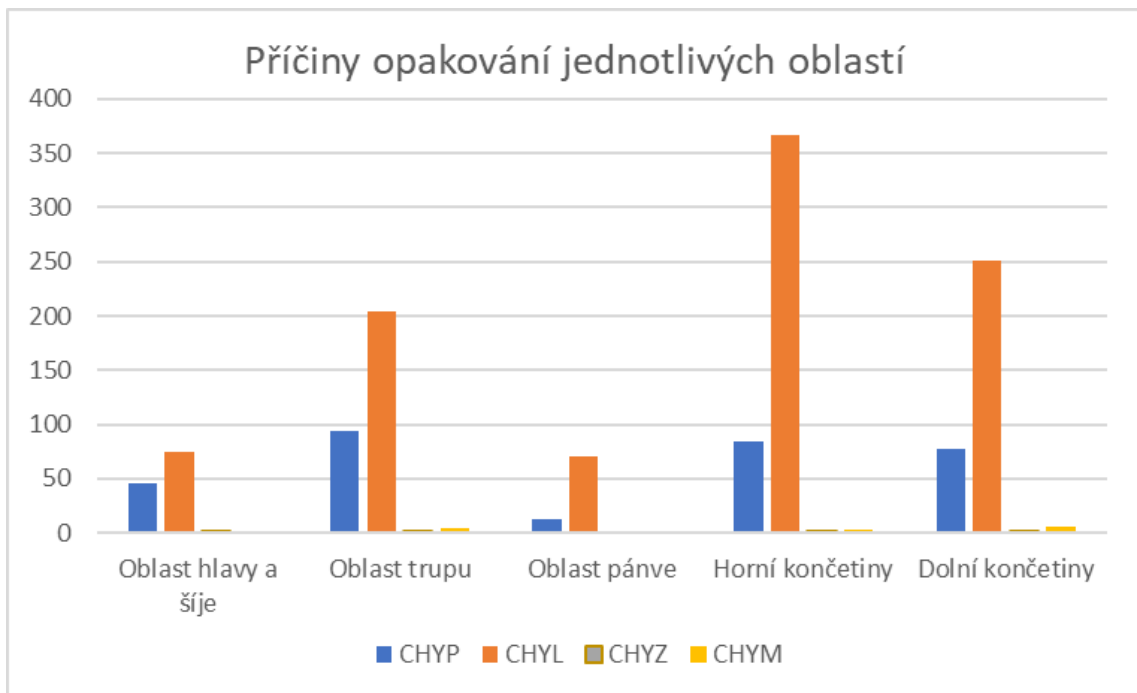
I v roce 2016 byla nejčastější příčinou opakování vyšetření CHYL (obrázek č.20). Tato příčina vedla k 654 opakování vyšetření a nejčteněji se vyskytovala u vyšetření v oblasti horní končetiny (196 opakování). Nejméně opakování bylo z důvodu CHYZ a CHYM.



Obrázek 20 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

2017

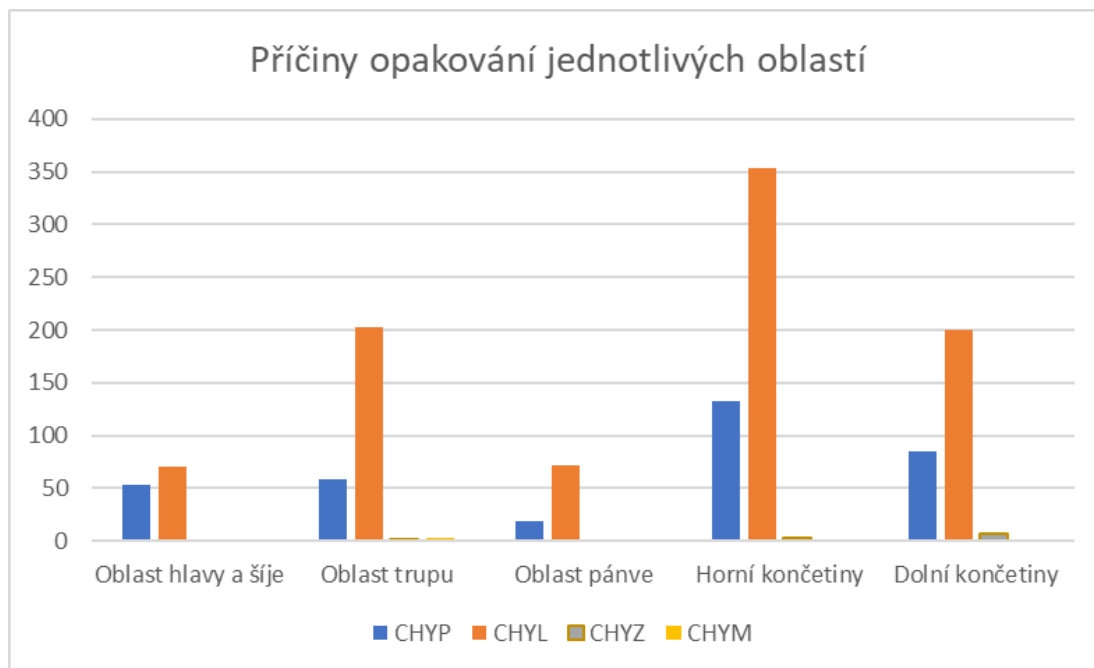
CHYL byla v roce 2017 nejčastěji se objevující příčina vedoucí k opakování vyšetření (obrázek č. 21). Z této příčiny bylo opakováno 366 vyšetření v oblasti horní končetiny. Nejméně opakování bylo z důvodu CHYZ (6 případů).



Obrázek 21 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

2018

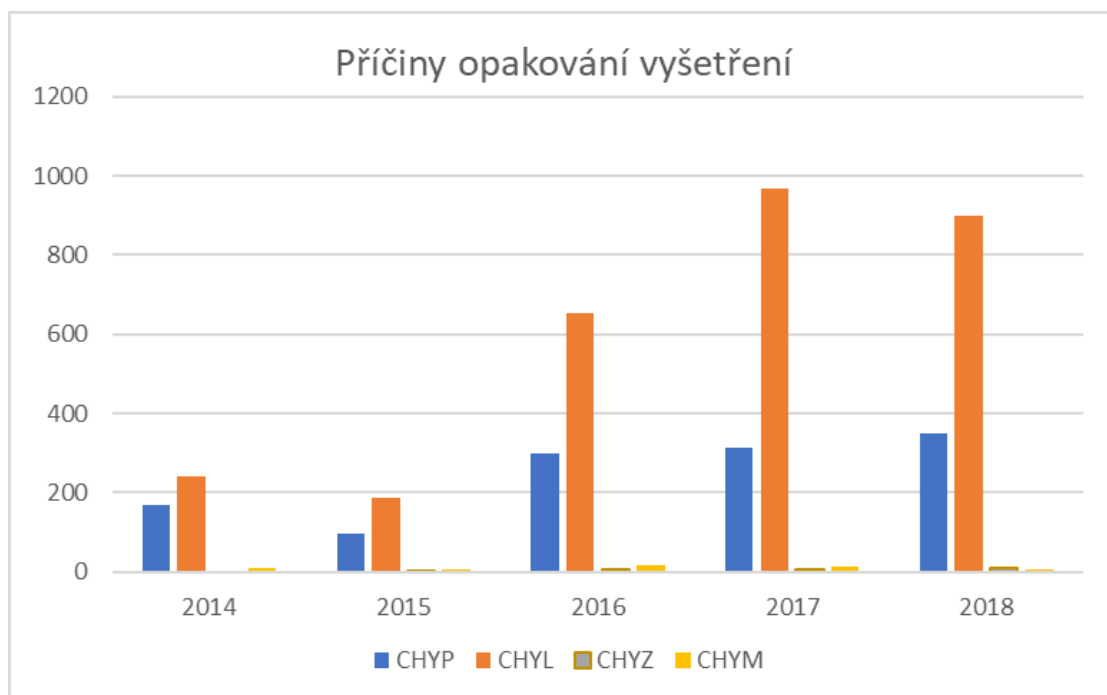
I v roce 2018 nejčastější příčinou opakování vyšetření byla CHYL, a to ve 898 případech. Nejčastěji se objevovalo opakování vyšetření v oblasti horní končetiny. Nejméně bylo opakováno z důvodu CHYZ a CHYM, což nastalo v 17 případech. Viz obrázek č. 22.



Obrázek 22 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

Příčiny opakování za jednotlivé roky

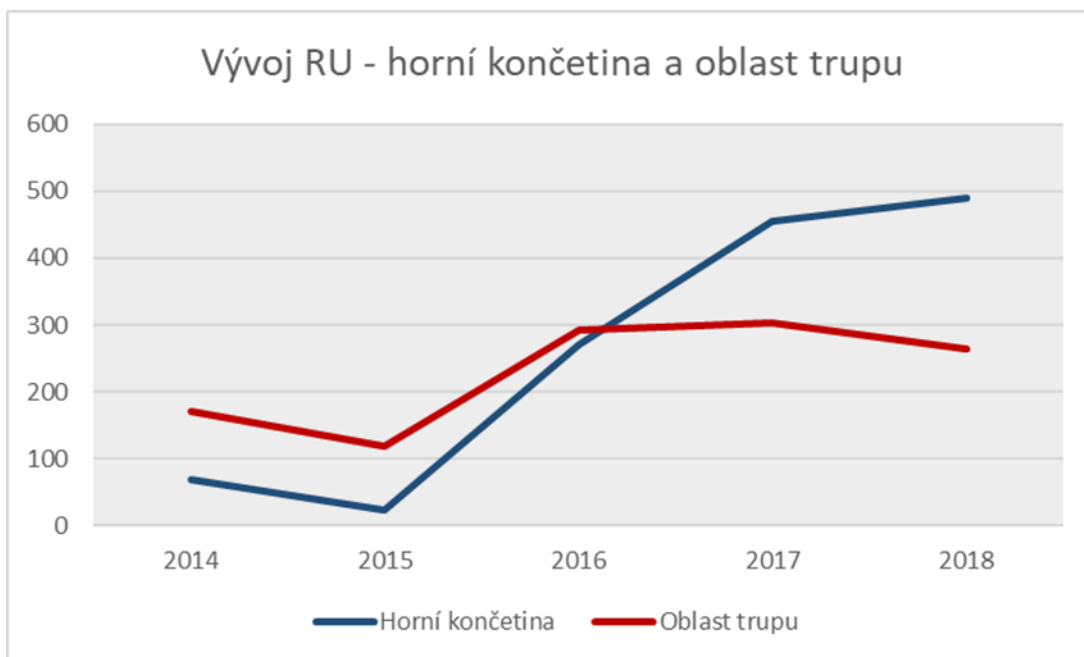
Z obrázku č. 23 je zřejmé, že CHYL je nejčastější příčinou opakování vyšetření ve ZZ „Y“. Nejvyššího počtu opakování z této příčiny bylo dosaženo v roce 2017. CHYP byla druhou nejčastější příčinou opakování vyšetření. CHYM a CHYZ vedla k nejméně opakování vyšetření.



Obrázek 23 Příčiny opakování vyšetření za období 2014 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

Vývoj RU v čase – oblast horní končetiny a trupu

Pro zobrazení vývoje počtu RU v jednotlivých letech (obrázek č. 24) byly vybrány dvě nejčastěji opakované oblasti (horní končetina a oblast trupu). Počet RU v oblasti horní končetiny od roku 2015 prudce stoupá, v roce 2018 došlo k nejvíce RU v této oblasti. V oblasti trupu došlo k nejmenšímu počtu RU v roce 2015, od tohoto roku došlo k nárůstu počtu opakování vyšetření až do roku 2017. V roce 2018 došlo k mírnému poklesu RU v oblasti trupu.



Obrázek 24 Trend počtu RU v oblasti horní končetiny a trupu za období 2014 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)

4.3 Zdravotnické zařízení „Z“

V případě ZZ „Z“ mluvíme o městské nemocnici, která má dvě RDG pracoviště, na kterých byla prováděna analýza opakování vyšetření (nemocnice, poliklinika).

Veškerá data byla sbírána dle pravidel zákona „obecného nařízení na ochranu osobních údajů“. Data byla zpracována přímo ze záznamů opakování vyšetření tohoto zařízení, jež jsem dostala od vedoucího RA a informačního technika. Záznamy o opakování vyšetření jsou totožné se záznamy ze ZZ „X“, s výjimkou selhání distribuce kontrastní látky (10), která byla do záznamů připsána až letošní rok (2019) a stav pacienta, nespolupracující pacient je zde nahrazen pohybem pacienta během expozice. Všechny příčiny vedoucí k opakování jednotlivých vyšetření jsou uvedeny v tabulce č. 5. v kapitole 4.1.

Výsledkem této analýzy je četnost opakování vyšetření za jednotlivé roky na jednotlivých pracovištích a stanovení četnosti jednotlivých příčin za období 2011 – 2018 v případě nemocnice. Četnost jednotlivých příčin na poliklinice jsou hodnocena od roku 2013 do roku 2018. Dále bylo provedeno stanovení četnosti RU při jednotlivých modalitách vyšetření a uvedení jejich příčin a stanovení konkrétního druhu vyšetření, při kterém nastává nejvyšší četnost opakování.

Nemocnice

Tabulka č. 18 zobrazuje celkový počet vyšetření a opakovaných expozic a jejich procentuální zastoupení za období 2011 – 2018 v nemocnici. Z tabulky je zřejmé, že v roce 2014 došlo k nejvyššímu počtu opakování vyšetření, zatímco v roce 2017 a 2018 došlo k nejméně RU. Všechny RU za jednotlivé roky byly zařazena do kategorie C.

V uvedených obdobích nedošlo k překročení kritéria pro překlasifikaci RU týkající se jednoho pacienta (tři a více opakování).

Tabulka 18 Celkový počet vyšetření a opakovaných expozic za období 2011 – 2018, ZZ „Z“

Rok	Celkem vyšetření	Celkem opakovaných expozic	%	Kategorie RU
2011	6631	32	0,41 %	C
2012	7085	35	0,49 %	
2013	7326	31	0,42 %	
2014	7519	68	0,90 %	
2015	7924	53	0,67 %	
2016	7512	36	0,48 %	
2017	7242	23	0,32 %	
2018	7098	23	0,32 %	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Obrázek č. 25 zobrazuje procentuální vyjádření RU v daném roce (2011 – 2018). Je zřejmé, že v roce 2014 došlo k největšímu nárůstu opakovaných expozic vyjádřeno v % z celkového počtu a v následujících letech dochází k jejich poklesu.



Obrázek 25 Procentuální vyjádření opakování expozic za období 2011 – 2018, ZZ „Z“ zdroj: (vlastní zpracování)

V tabulce č. 19 jsou zpracovány počty opakovaných expozic jednotlivých oblastí těla za období 2011 – 2018. Nejvíce opakovaných expozic bylo zaznamenáno v oblasti trupu a to zejména při snímkování plic AP (v roce 2014 bylo zaznamenáno až 18 opakování snímků plic). V oblasti hlavy a šíje se nejvíce opakovalo při snímkování C páteř AP, k nejvyššímu počtu opakování došlo v roce 2015. V oblasti pánve došlo k nejvíce opakování při snímcích kyčlí AP. V oblasti horní končetiny byly nejvíce opakovány snímky ramena AP. V oblasti dolní končetiny bylo nejvíce opakovaných expozic nohy PA a kolena LAT.

Tabulka 19 Opakování expozic jednotlivých oblastí těla za období 2011 – 2018, ZZ „Z“

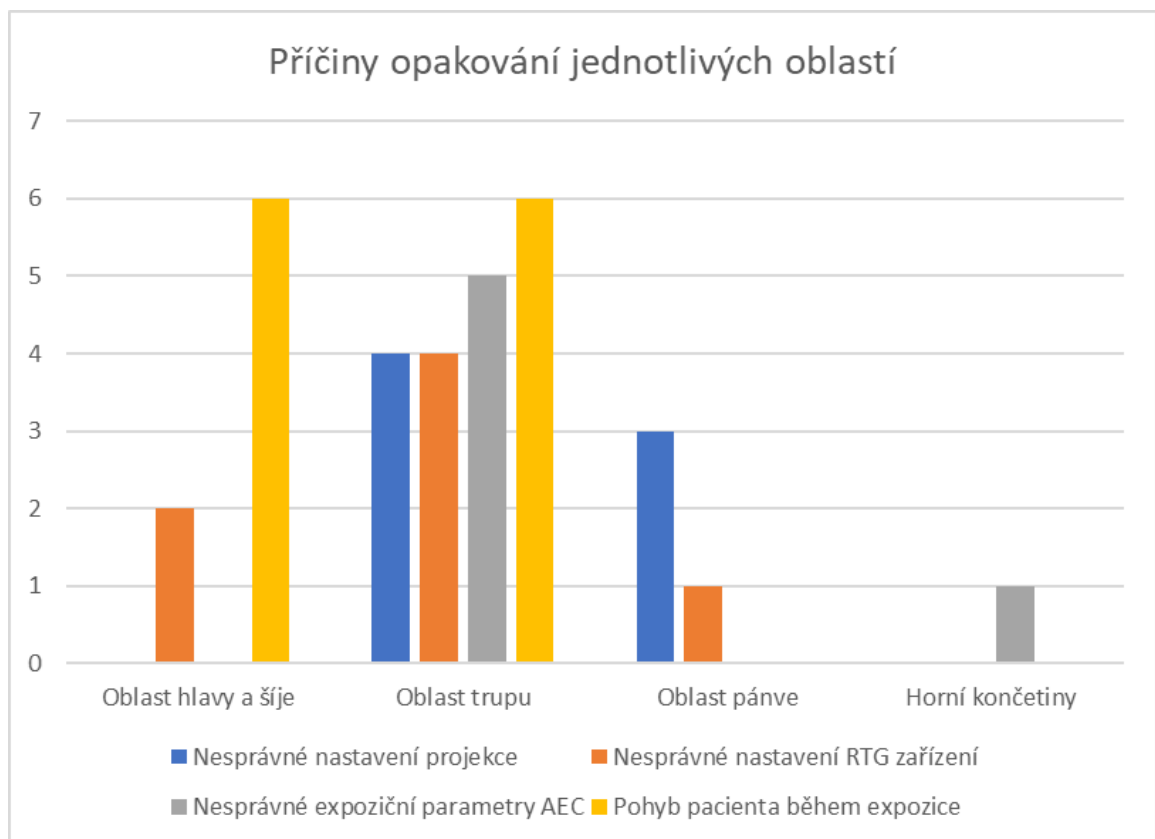
Vyšetřovaná OBLAST		Projekce	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hlava + šíje	Lebka	AP	0	0	0	0	4	0	0	1
		LAT	0	0	0	1	1	0	0	0
		PA	3	1	0	5	0	2	1	1
	Obličejový skelet	PA	0	0	0	0	1	3	0	0
	VDN	PA	3	2	1	7	4	4	4	2
	C páteř	AP	3	6	15	3	5	4	0	1
		LAT	0	2	1	2	2	1	3	0
Celkem pro danou oblast			9	11	17	18	17	14	8	5
Trup	C – Th přechod	AP	0	0	0	1	0	0	0	0
	Hrudník - žebra	AP	3	1	3	5	0	0	0	0
	Sternum	Šikmá	0	0	0	1	1	0	0	0
	Plíce	PA	7	2	0	18	6	6	7	7
		Vleže na lůžku	0	1	0	5	6	1	4	2
	Klíční kost	AP	1	0	0	0	1	0	0	0
	Th páteř	AP	4	0	0	1	0	0	0	1
		LAT	0	1	0	0	0	2	0	0
	LS páteř	AP	1	0	0	2	2	5	1	1
		LAT	2	2	0	0	1	1	0	0
Funkční snímky		0	0	0	0	0	0	0	1	

Vyšetřovaná oblast		Projekce	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Trup	L1	AP	0	3	0	0	0	0	1	0
	NSL	AP	1	5	0	0	1	0	0	1
Celkem pro danou oblast			19	15	3	32	18	15	13	13
Pánev	Pánev	AP	0	1	0	4	3	0	0	1
	SI skloubení	AP	2	2	1	1	2	1	0	0
	Kyčle	AP	2	1	4	1	3	1	2	1
	NSMP	AP	0	1	0	1	0	0	0	1
Celkem pro danou oblast			4	5	5	7	8	2	2	3
Horní končetina	Lopatka	AP	0	0	0	1	2	0	0	1
	Rameno	AP	0	1	0	3	1	1	0	1
	Paže	TT	1	1	1	0	0	0	0	0
	Předloktí	PA	0	0	3	0	2	0	0	0
	Loket	LAT	0	0	0	1	1	1	0	0
	Zápěstí	PA	0	1	0	1	0	0	0	0
	Ruka	PA	0	0	0	0	0	1	0	0
	Palec	AP	0	0	0	1	0	0	4	0
Celkem pro danou oblast			1	3	4	7	6	3	0	2
Dolní končetina	Stehno	AP	0	0	1	1	0	0	0	0
	Koleno	LAT	0	0	0	1	2	1	0	0
	Kotník	AP	0	0	0	2	1	0	0	0
	Noha	PA	0	1	1	0	1	1	0	0
Celkem pro danou oblast			0	1	2	4	4	2	0	0

Zdroj: (vlastní zpracování)

2011

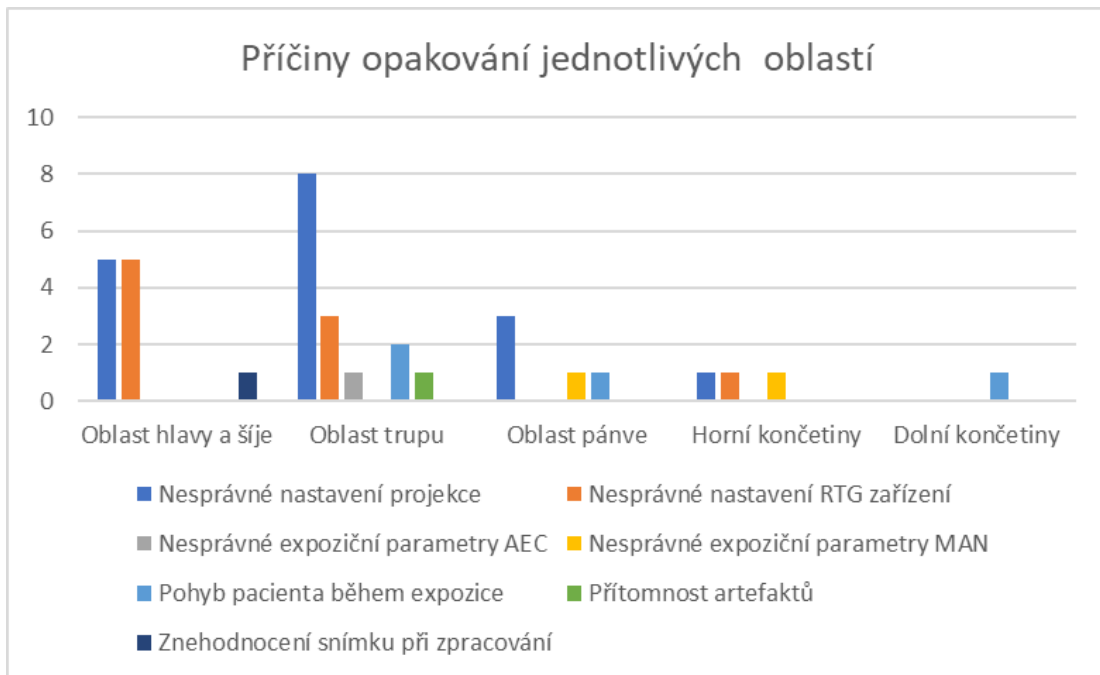
Obrázek č. 26 zobrazuje jednotlivé příčiny opakování snímkovaných oblastí lidského těla. Nejčastější příčinou opakování expozičních oblastí byl pohyb pacienta během expozice. Z této příčiny bylo opakováno dohromady 12 vyšetření, z toho 6 vyšetření v oblasti hlavy a šíje (3 opakování snímků lebky AP, 3 opakování snímků VDN) a 6 opakování v oblasti trupu, kde se jednalo o 5 opakování snímků plic PA a jednou došlo k opakování klíční kosti. V oblasti trupu z této příčiny nastalo 5 opakování snímků plic AP. Příčiny jako jsou vadná kazeta, znehodnocení snímků při zpracování, přítomnost artefaktů či nesprávné manuální nastavení expozičních parametrů se v roce 2011 vůbec neobjevily.



Obrázek 26 Příčiny opakování expozičních oblastí těla v roce 2011, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2012

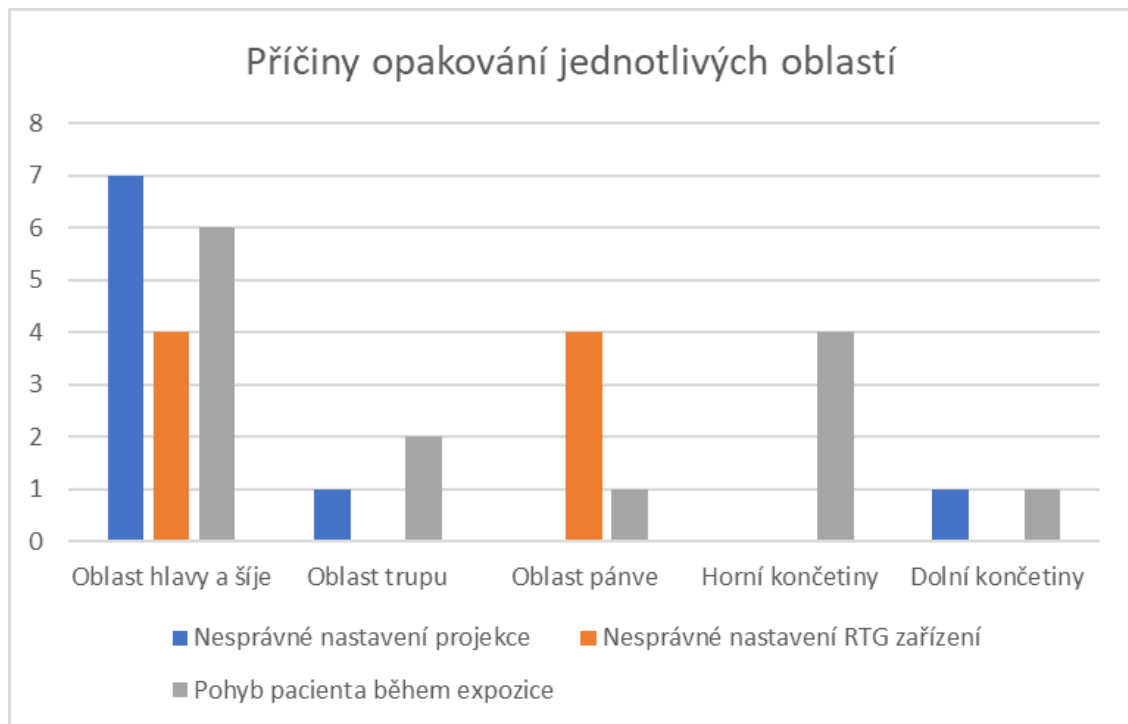
Z obrázku č. 27 je zřejmé, že nejčastější příčinou opakování expozičních oblastí bylo nesprávné nastavení projekce, které se objevilo v 17 - ti případech. Druhou nejčastější příčinou opakování vyšetření bylo nesprávné nastavení RTG zařízení, což nastalo 9krát. Vadná kazeta a selhání RTG zařízení se v tomto roce neobjevily.



Obrázek 27 Příčiny opakování expozičních oblastí těla v roce 2012, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2013

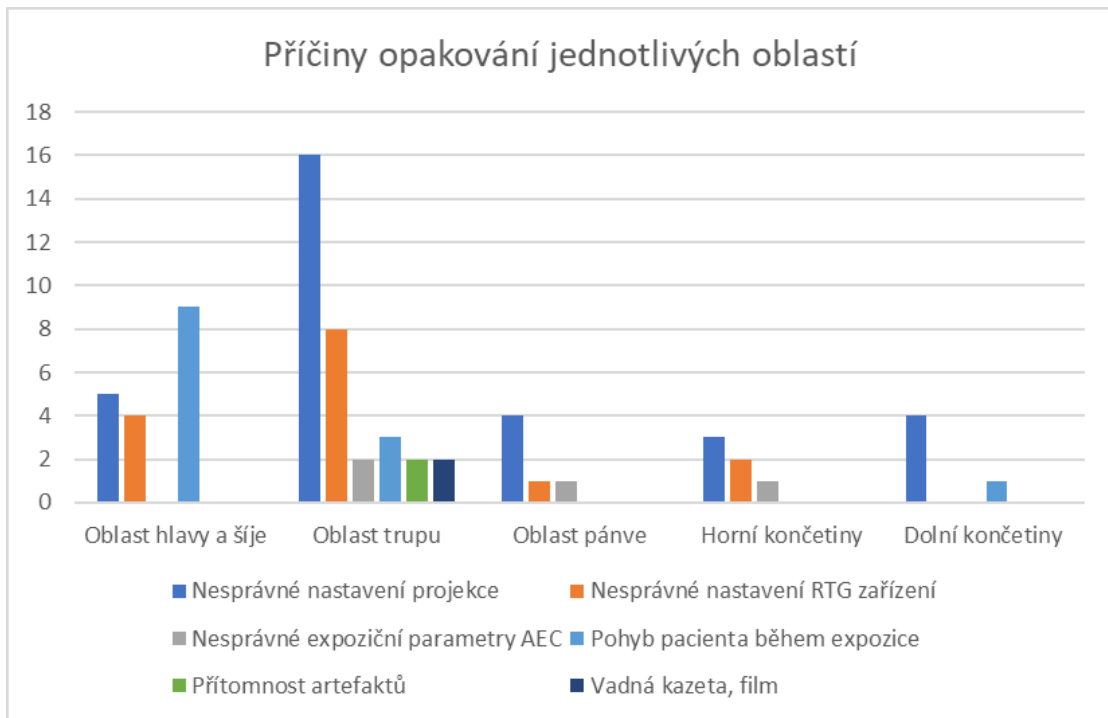
V roce 2013 se objevily jen 3 příčiny opakování (nesprávné nastavení projekce, nesprávné nastavení RTG zařízení a pohyb pacienta během expozice). Nejčastěji se opakovalo z důvodu pohybu pacienta během expozice, viz obrázek č. 28, kdy došlo k nejvíce opakování v oblasti hlavy a šije (7 opakování) a v oblasti horní končetiny (4 opakování).



Obrázek 28 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí v roce 2013, zdroj: (vlastní zpracování)

2014

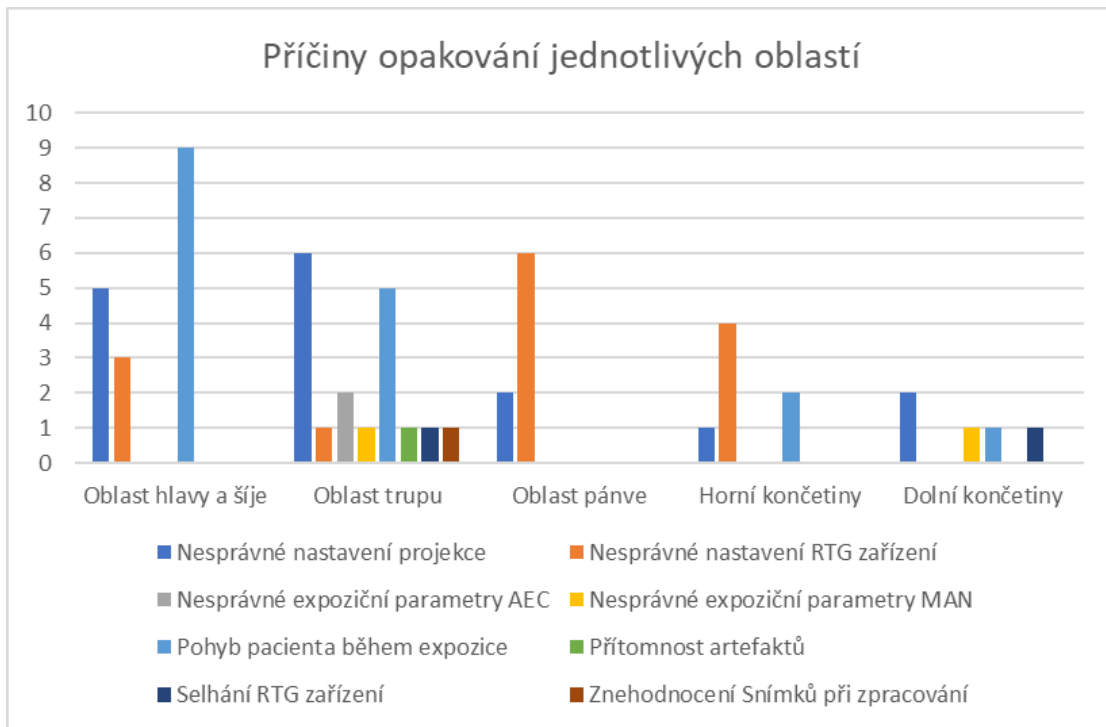
Nesprávné nastavení projekce je v roce 2014 nejčastější příčinou opakování vyšetření, viz obrázek č. 29. Tato příčina byla důvodem 32 opakování expozice a nejčastěji se projevila při snímkování v oblasti trupu. Následuje co do počtu opakování z důvodu nesprávného nastavení RTG zařízení (15 případů).



Obrázek 29 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2014, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2015

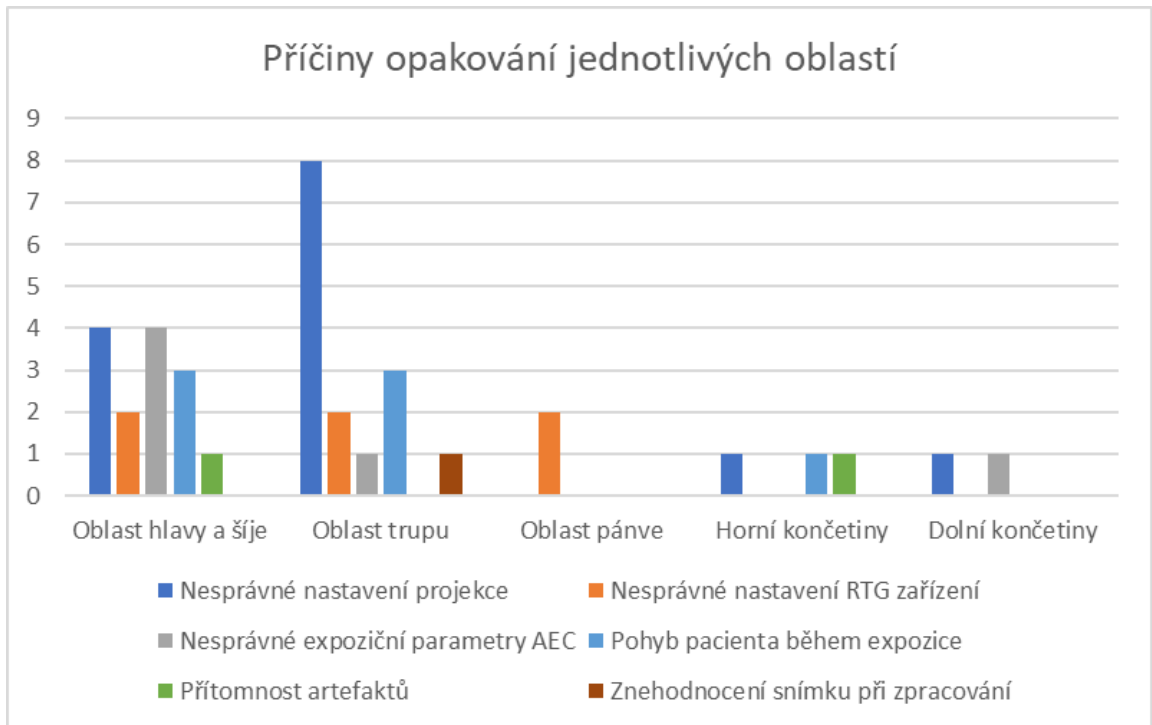
Z obrázku č. 30 je patrné, že nejvíce RU nastalo z důvodu pohybu pacienta a nesprávného nastavení projekce, přičemž došlo k 16 opakování vyšetření u každé zmíněné příčiny. Nejméně RU nastalo z důvodu přítomnosti artefaktů (LS páteř) a selhání RTG přístroje (Plíce PA).



Obrázek 30 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2015, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2016

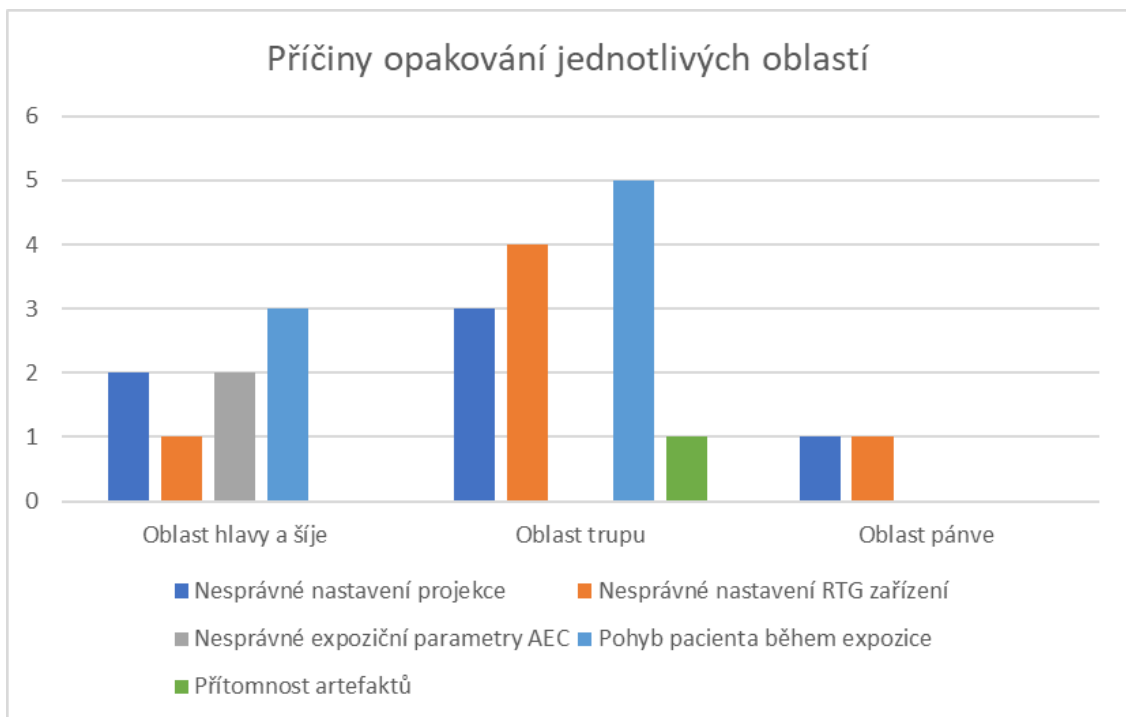
Nesprávné nastavení projekce je i v roce 2016 nejčastěji se opakující příčina RU. Nejvyšší počet RU (8) je patrný při snímkování v oblasti trupu, z čehož byly opakovány 4 snímky plic. Dále se objevilo 7 RU z důvodu pohybu pacienta během expozice, 6 RU z důvodu nesprávného nastavení RTG zařízení a dalších 6 snímků bylo opakováno z důvodu nesprávných expozičních parametrů AEC, viz obrázek č. 31.



Obrázek 31 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Z“ zdroj: (vlastní zpracování)

2017

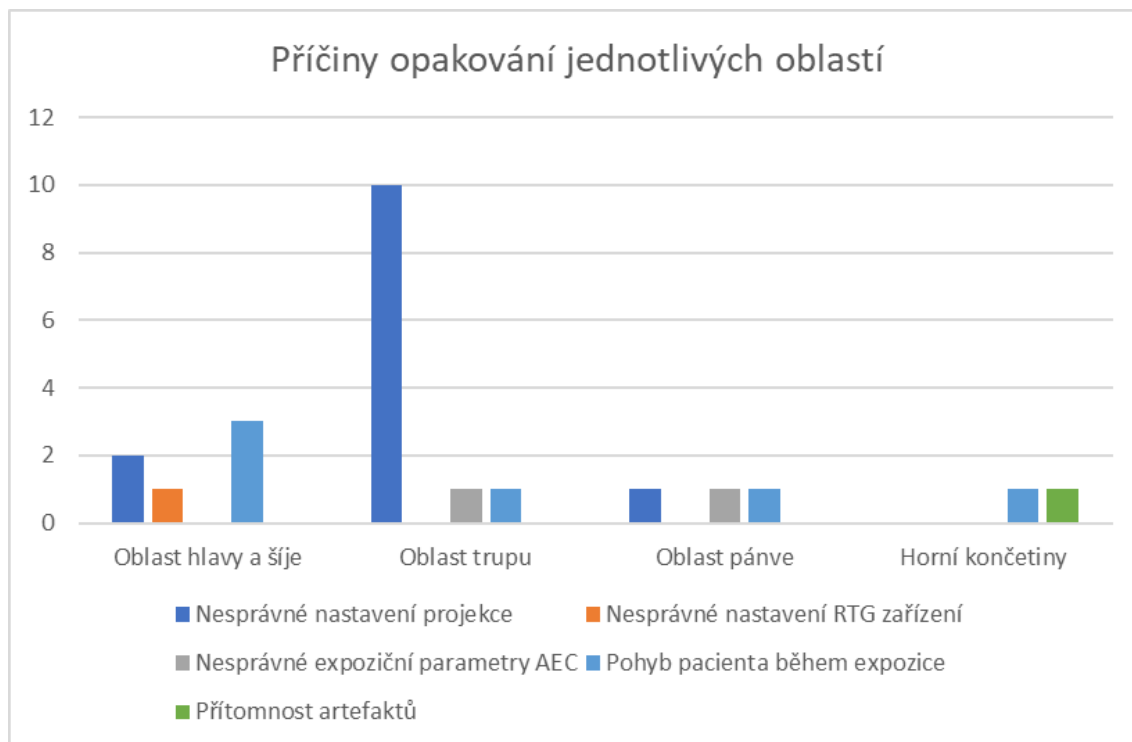
V roce 2017 došlo k opakování vyšetření jen ve třech oblastech (oblast hlavy a šíje, trupu, pánve). Nejvíce případů (8) bylo z důvodu pohybu pacienta během expozice, poté následovaly RU z důvodu nesprávného nastavení RTG zařízení (6 případů) a nesprávné nastavení projekce (6 případů). Příčiny vadná kazeta, znehodnocení snímku při zpracování či selhání RTG zařízení se v tomto roce neobjevilo (obrázek č. 32).



Obrázek 32 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2018

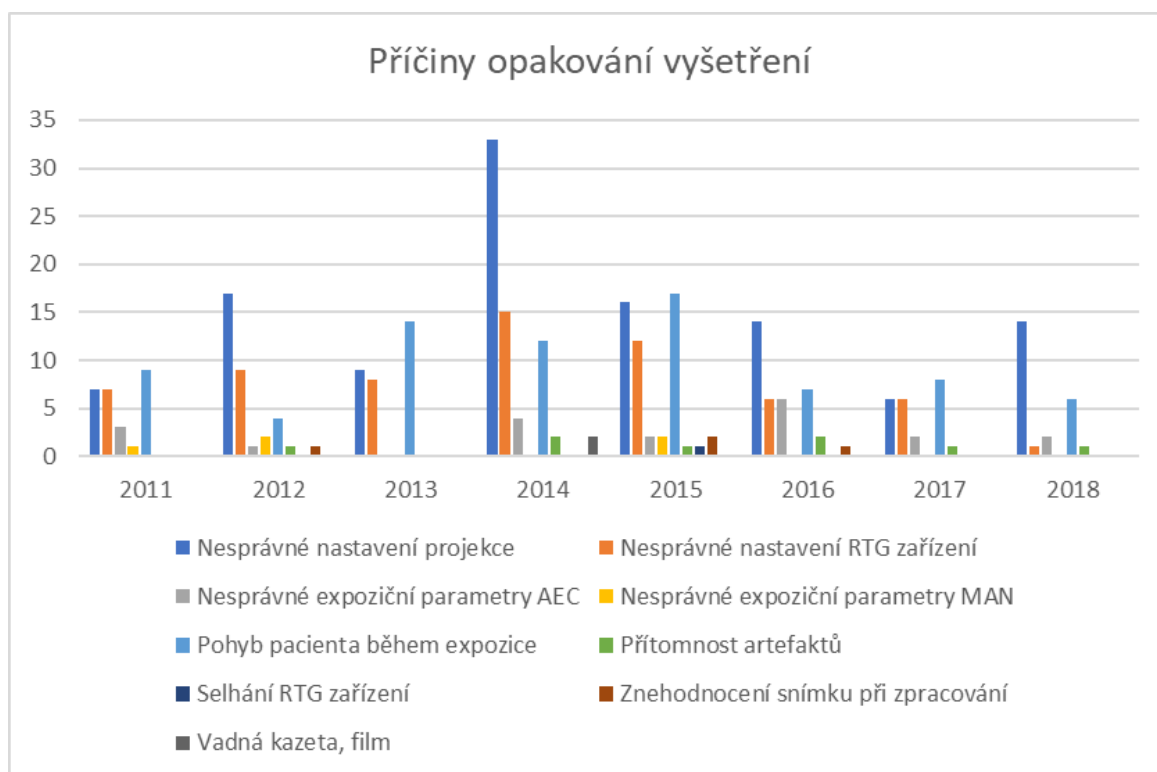
Z obrázku č. 33 je zřejmé že nejčastější příčinou RU je nesprávné nastavení projekce, nejvíce se projevila při snímkování v oblasti trupu, a to až 10 opakovaných expozičních z celkových 13. Nejméně RU se objevilo z důvodu přítomnosti artefaktů a nesprávného nastavení RTG zařízení.



Obrázek 33 Příčiny opakování expozičních jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

Hodnocení příčin RU za jednotlivé roky

Obrázek č. 34 zobrazuje příčiny RU za jednotlivé roky (2011 – 2018). Z obrázku je zřejmé, že nejčastěji se objevuje opakování snímků z důvodu nesprávného nastavení projekce. Tato příčina se nejvíce projevila v roce 2014, kdy se opakovalo 32 snímků. Druhou nejčastější příčinou je pohyb pacienta během expozice, která se objevila nejvícekrát v roce 2015. Nejméně RU nastalo z důvodu vadné kazety či selhání RTG přístroje, v obou dvou případech došlo jen ke 2 opakování snímků za dané období.



Obrázek 34 Příčiny opakování vyšetření za období 2011 - 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

Poliklinika

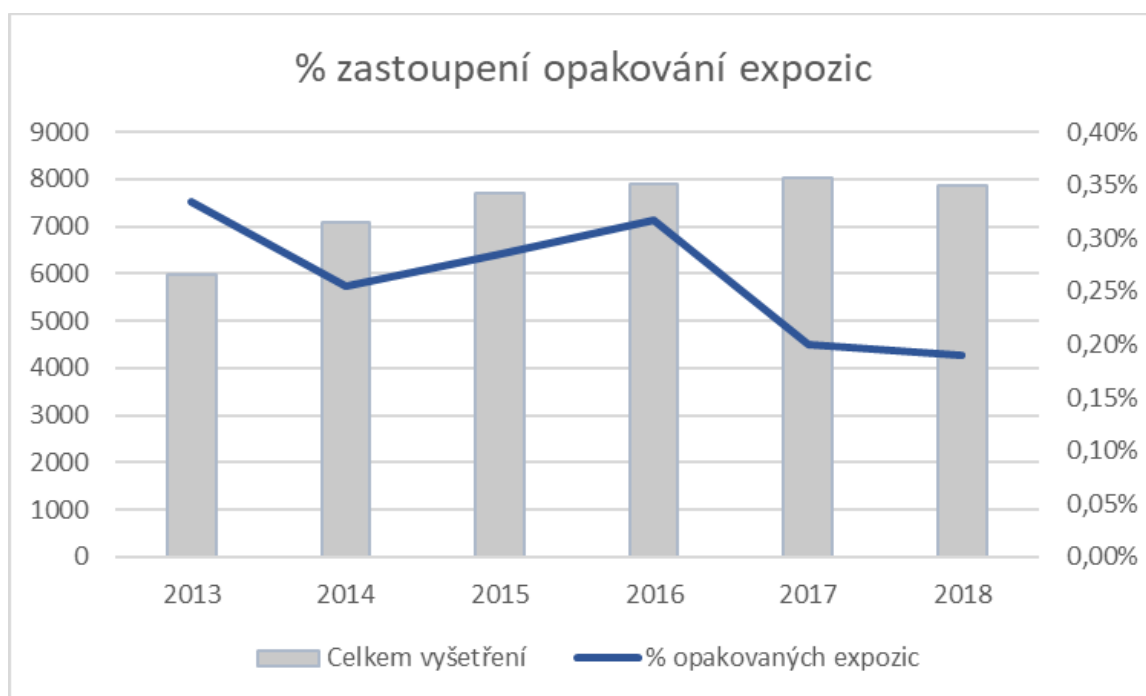
Na poliklinice ZZ „Z“ se začaly záznamy o opakování jednotlivých vyšetření vést od roku 2013. Tabulka č. 20 zobrazuje celkový počet vyšetření, opakování expozic a jejich procentuální vyjádření. S nejvyšším počtem opakování expozic se setkáváme v roce 2016. Všechny RU byly zařazeny do kategorie C. U žádného pacienta nedošlo k překlasifikaci RU týkající se jednoho pacienta.

Tabulka 20 Celkový počet vyšetření a opakování expozičních za období 2013 – 2018, ZZ „Z“

Rok	Celkem vyšetření	Celkem opakovaných expozičních	%	Kategorie RU
2013	5978	20	0,33 %	C
2014	7077	18	0,25 %	
2015	7710	22	0,29 %	
2016	7884	25	0,32 %	
2017	8020	16	0,20 %	
2018	7878	15	0,19 %	

Zdroj: (vlastní zpracování)

Nejvyššího procentuálního vyjádření RU z celkového počtu expozičních bylo dosaženo v roce 2013 a v roce 2016. Od roku 2016 došlo k poklesu počtu RU, viz obrázek č. 35.



Obrázek 35 Procentuální vyjádření opakování expozičních za období 2013 - 2018, ZZ „Z“ zdroj: (vlastní zpracování)

Tabulka č. 21 zobrazuje počty RU vzniklých při snímkování jednotlivých oblastí těla za období 2013 – 2018 na poliklinice. Nejvíce RU nastalo v oblasti hlavy a šíje, přičemž byly opakovány nejvíce snímky C páteře AP. V oblasti trupu bylo nejvíce RU zaznamenáno při snímkování plic AP. V oblasti pánve bylo nejvíce RU při snímkování kyčlí AP. Nejvíce RU v oblasti horní končetiny nastalo při snímkování ramena a v oblasti dolních končetin při snímkování kolene LAT.

Tabulka 21 Opakování expozic jednotlivých oblastí těla za období 2013 - 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

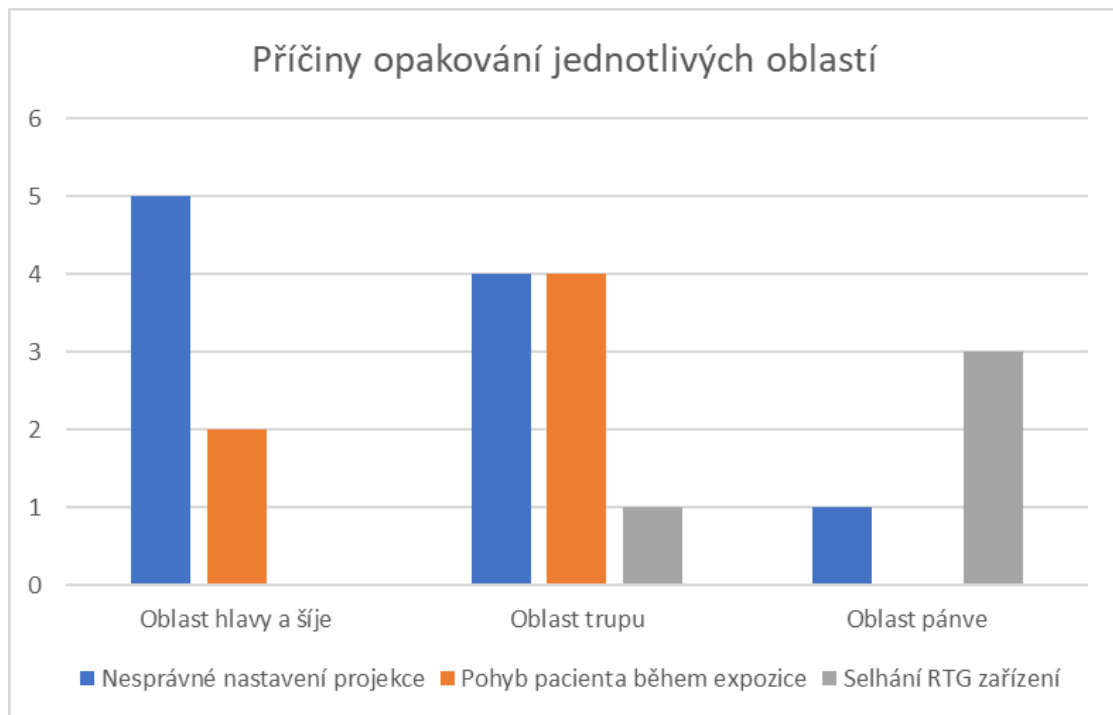
Vyšetřovaná Oblast		Projekce	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Hlava a šíje	Lebka	PA	2	1	0	2	0	0
	VDN	PA	1	0	0	3	4	1
	Mandibula	LAT	1	1	0	0	0	0
	C páteř	AP	3	5	3	0	1	0
		LAT	0	0	0	0	1	1
		Šikmá	0	2	0	0	0	0
		Sandberg	0	2	3	1	0	2
Celkem pro danou oblast			7	11	6	6	6	4
Trup	Hrudník - žebra	AP	1	0	1	0	0	0
	Sternum	Šikmá	0	0	0	1	0	0
	Plíce	PA	6	2	0	3	5	1
		LAT	0	0	0	0	0	1
		Vleže na lůžku	0	0	0	0	0	1
	Th páteř	AP	1	0	1	1	0	0
		LAT	0	0	1	0	0	1
	LS páteř	AP	0	0	0	3	3	2

Vyšetřovaná oblast		Projekce	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Trup	LS páteř	LAT	1	0	0	0	0	0
Celkem pro danou oblast			9	2	3	8	8	6
Pánev	Pánev	AP	0	0	1	0	0	0
	SI skloubení	AP	1	0	1	3	0	0
	Kyčle	AP	3	2	6	5	1	3
Celkem pro danou oblast			4	2	8	8	1	3
Horní končetina	Rameno	AP	0	0	1	0	1	0
	Zápěstí	PA	0	0	0	1	0	0
Celkem pro danou oblast			0	0	1	1	1	0
Dolní končetina	Koleno	LAT	0	3	3	2	0	0
	Noha	PA	0	0	1	0	0	2
Celkem pro danou oblast			0	3	4	2	0	2

Zdroj: (vlastní zpracování)

2013

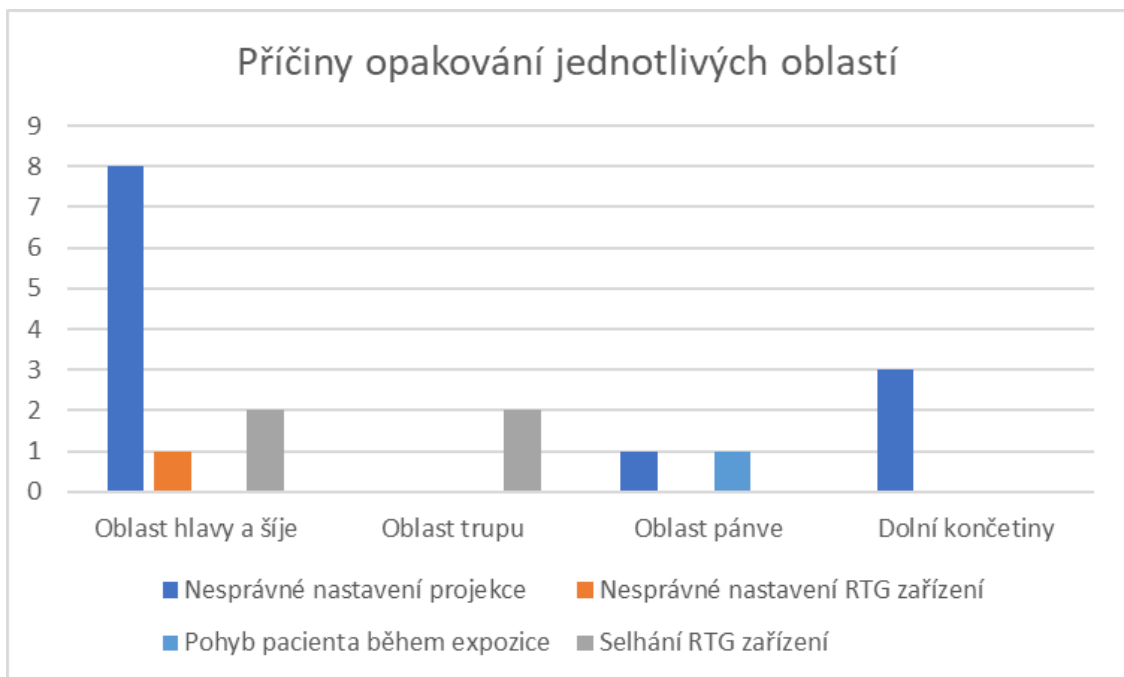
V roce 2013 došlo k RU ze třech příčin (nesprávné nastavení projekce, pohyb pacienta během expozice a selhání RTG zařízení), viz obrázek č. 36. Nesprávné nastavení projekce byla nejčastěji se objevující příčina RU, která vedla celkově k 10 opakování vyšetření. 6 opakování bylo zapříčiněno pohybem pacienta během expozice a 4 snímky byly zopakovány z důvodu selhání RTG zařízení.



Obrázek 36 Příčiny opakování expozice jednotlivých oblastí těla v roce 2013, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2014

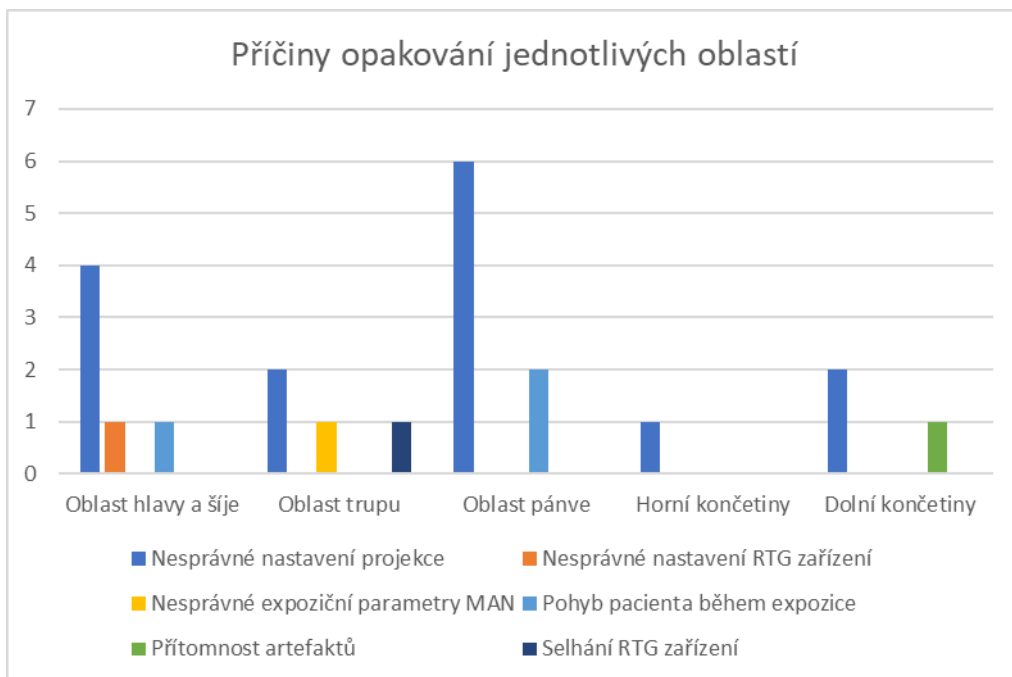
I v roce 2014 byla nejčastěji se objevující příčina RU nesprávné nastavené projekce (obrázek č. 37), která se nejvíce objevila u snímků v oblasti hlavy a šíje. Nejméně se opakovalo z důvodu nesprávného nastavení RTG přístroje a pohybu pacienta během expozice.



Obrázek 37 Příčiny opakování expozice jednotlivých oblastí těla v roce 2014, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2015

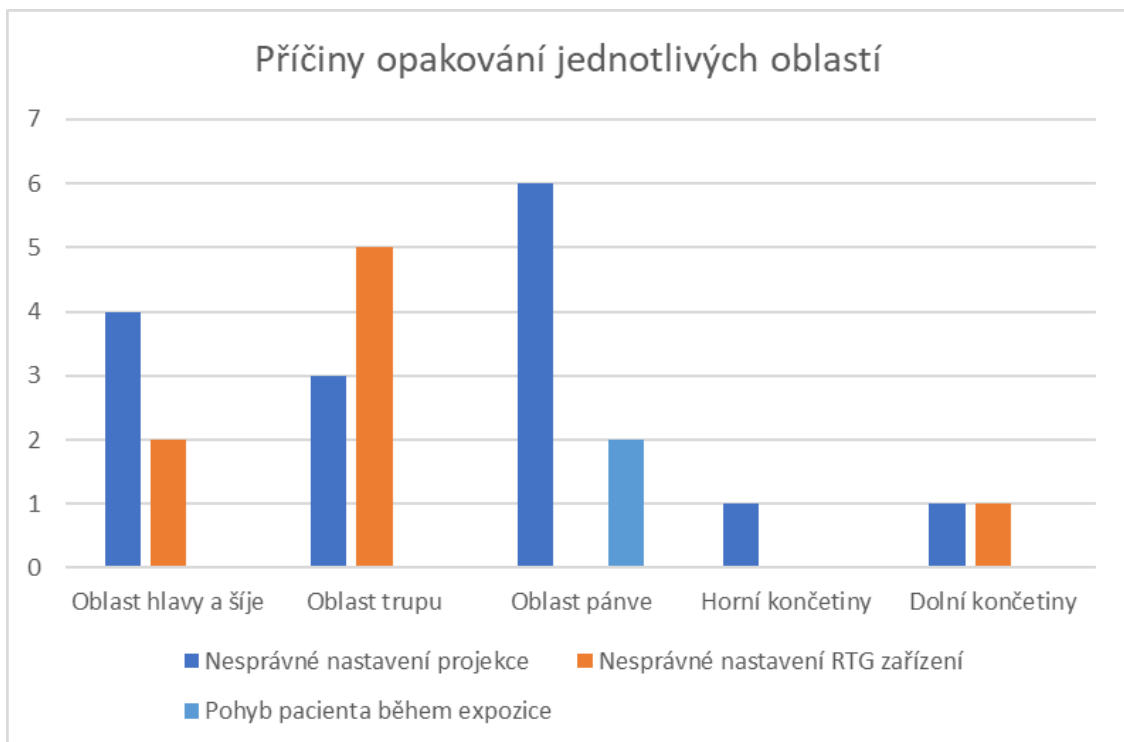
Z obrázku č. 38 je patrné, že nejčastější příčinou RU bylo nesprávné nastavení projekce, které se objevilo v 15 případech, z nichž 6 expozičních bylo v oblasti pánve. Přítomnost artefaktů se objevila jen jednou, stejně tak nesprávné manuální nastavení expozičních parametrů a důvod v RTG zařízení. Pohyb pacienta způsobil RU jen ve 3 případech.



Obrázek 38 Příčiny opakování expozičních oblastí těla v roce 2015, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2016

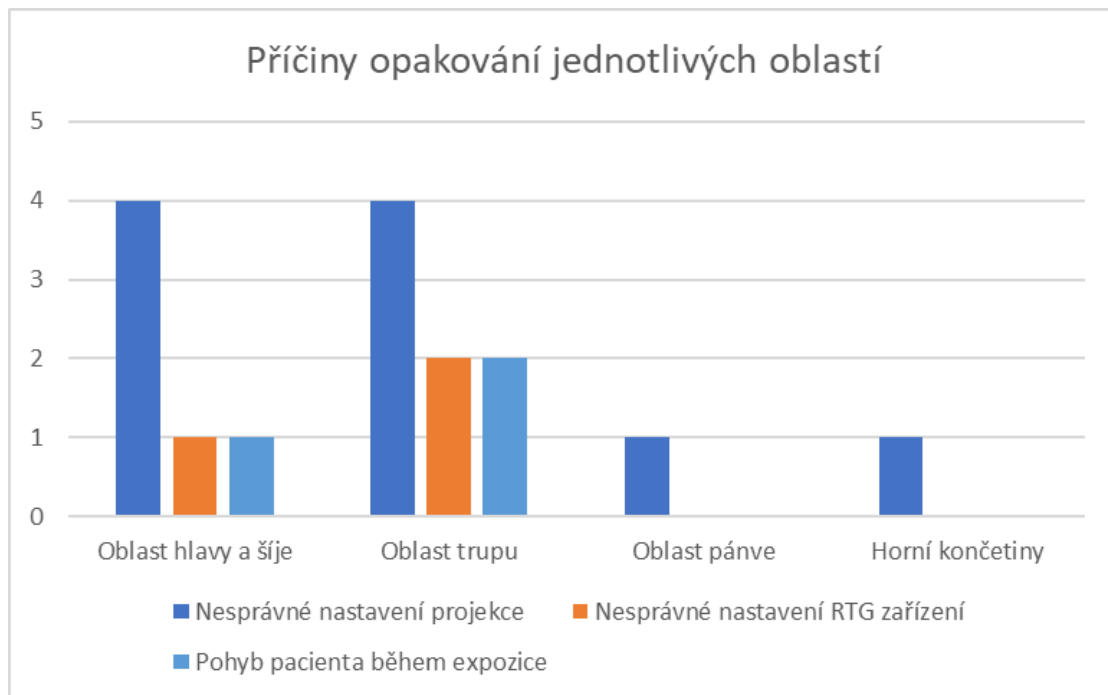
Na obrázku č. 39 můžeme vidět, že v roce 2016 se objevily jen 3 příčiny opakování vyšetření. Nejvíce RU nastalo z důvodu nesprávného nastavení projekce a RTG zařízení. Jen ve dvou případech se opakovalo vyšetření z důvodu pohybu pacienta během expozice, a to v oblasti pánve.



Obrázek 39 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2017

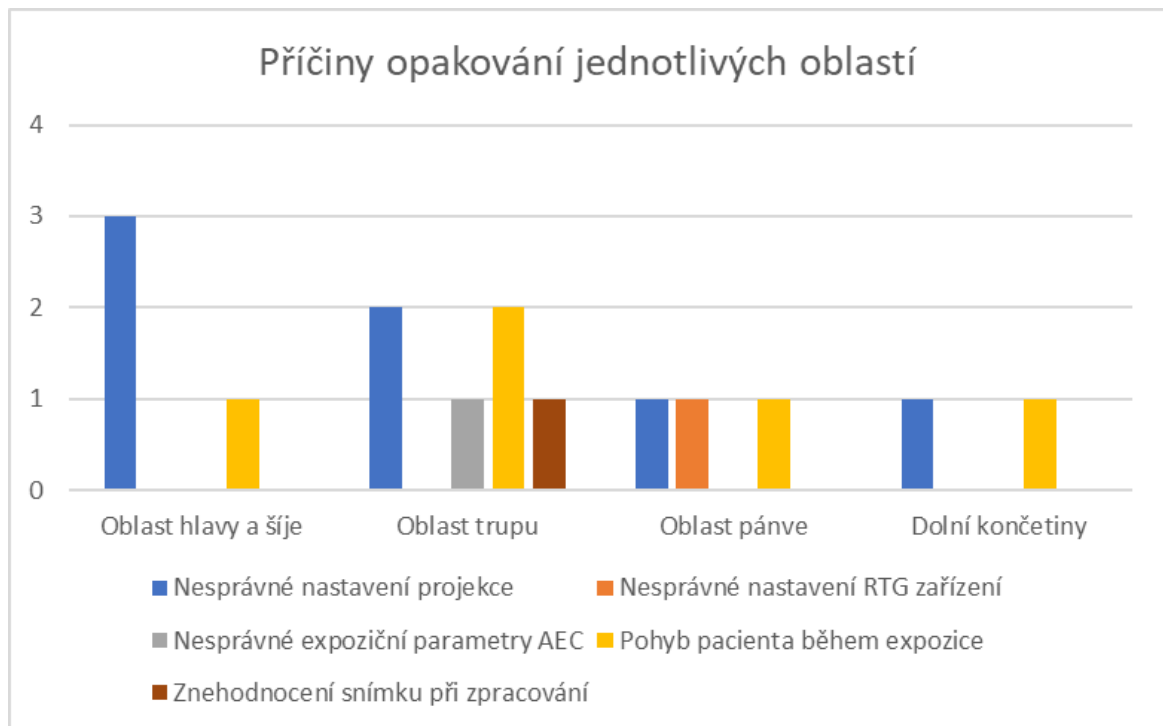
Ani v roce 2017 nedošlo ke změně a nejvíce RU bylo zaznamenáno z důvodu nesprávného nastavení projekce (nejčteněji se tato příčina objevuje v oblasti hlavy a šíje a oblasti trupu). Pohyb pacienta během expozice a nesprávné nastavení RTG zařízení se v tomto roce objevily v totožném počtu a u stejných oblastí vyšetření, viz obrázek č. 40.



Obrázek 40 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

2018

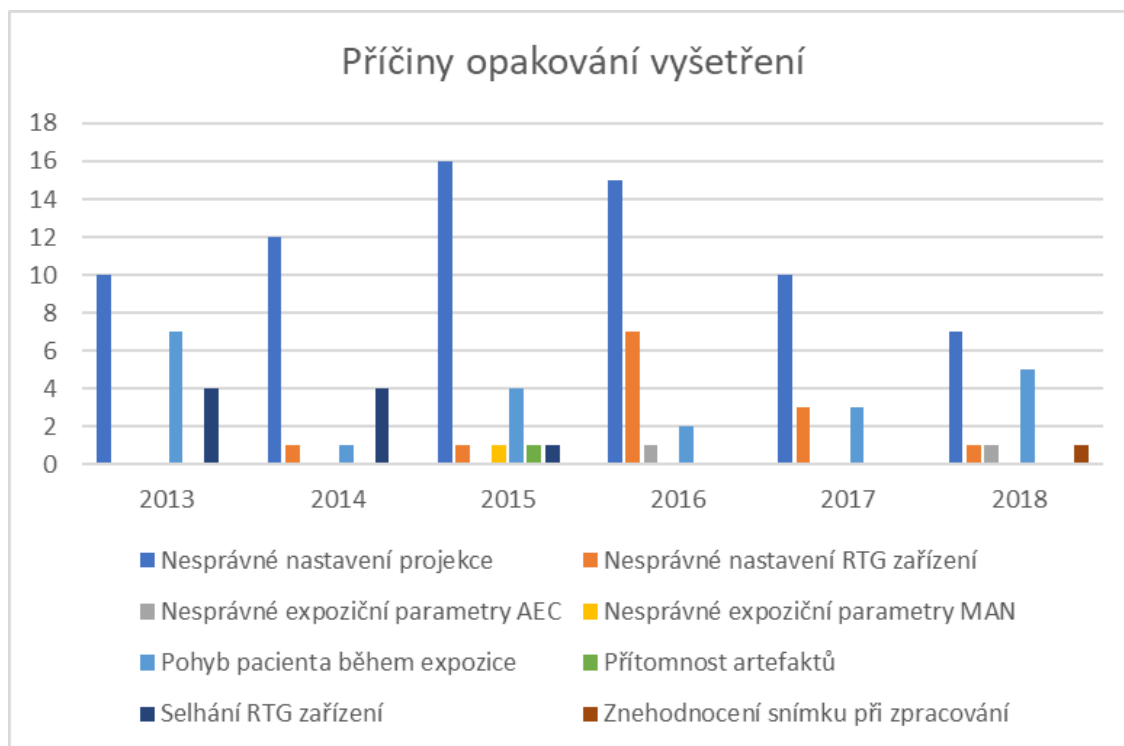
V roce 2018 se objevilo nejvíce RU z důvodu nesprávného nastavené projekce (nejčteněji v oblasti hlavy a šíje). Pohyb pacienta se stal důvodem opakování 5 snímků (obrázek č. 41). Poprvé se za období 2013 – 2018 objevila RU zapříčiněna znehodnocením snímku při zpracování a nesprávnými expozičními parametry AEC.



Obrázek 41 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

Hodnocení příčin RU za jednotlivé roky

Obrázek č. 42 ukazuje příčiny RU za jednotlivé roky. Nejčastější příčinou RU je nesprávné nastavení projekce, která vedla až k 70 opakování expozice v průběhu sledovaných let. Tato příčina byla v nejvyšším počtu zaznamenána v roce 2015. Nejméně opakování snímků bylo provedeno z důvodu nesprávného manuálního nastavení expozičních parametrů, znehodnocení snímku při zpracování a přítomnost artefaktů.

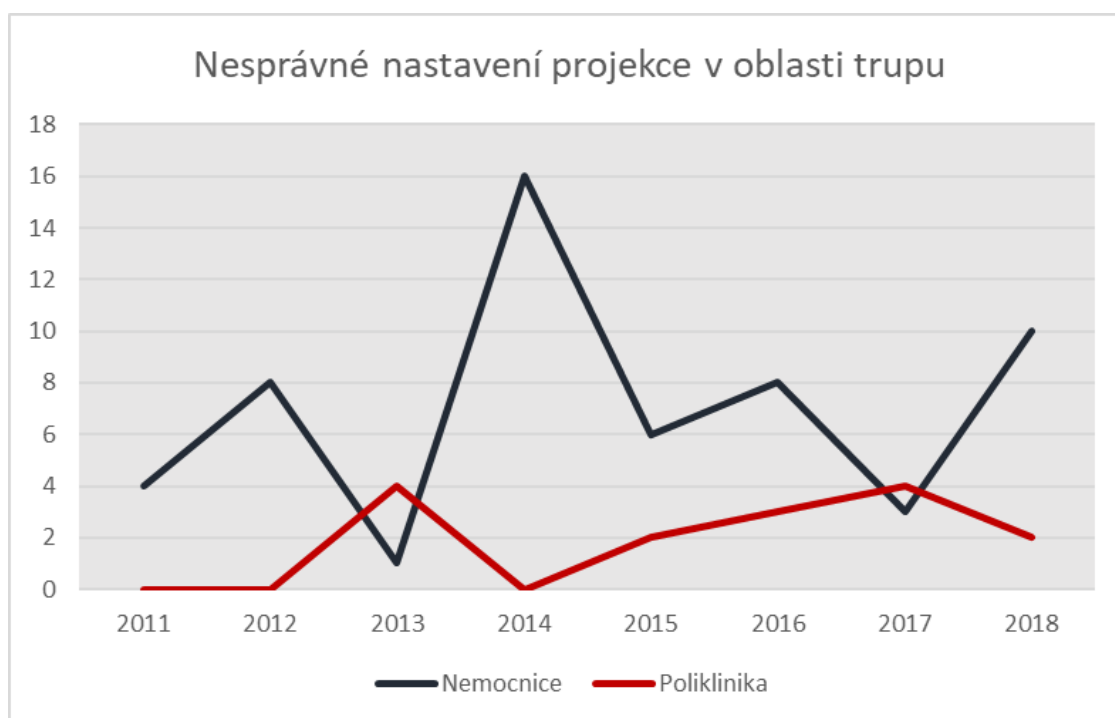


Obrázek 42 Příčiny opakování vyšetření za období 2013 – 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

Vývoj počtu RU v letech – příčiny pro jednotlivé vyšetřované oblasti těla

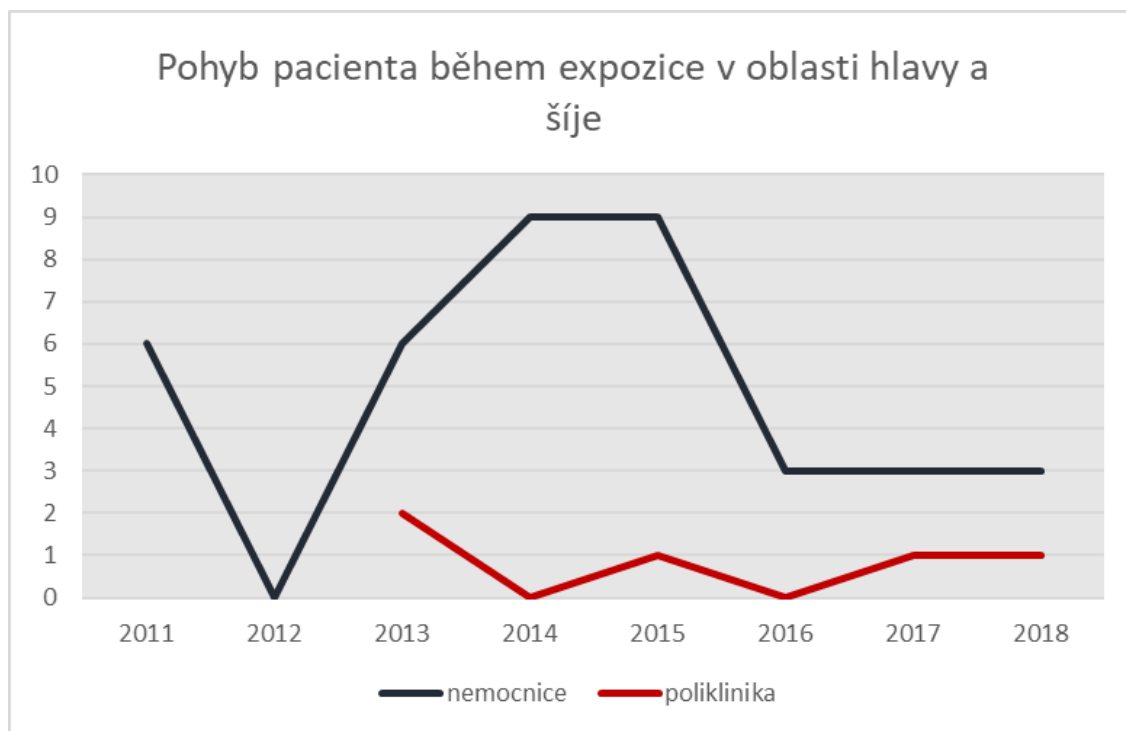
Pro vývoj počtu RU byly vybrány dvě nejčastější příčiny (nesprávné nastavení projekce a pohyb pacienta během expozice) v nejčastěji dotčených oblastech (oblast trupu a oblast hlavy a šíje) ve ZZ „Z“.

Z obrázku č. 43 je patrné, že příčina nesprávného nastavení projekce v oblasti trupu byla nejvíce zřejmá v nemocnici. Nejvyššího počtu RU z této příčiny bylo dosaženo v roce 2014, kdy došlo k 16 RU ve srovnání s poliklinikou, v tomto roce nedošlo k žádné RU z této příčiny. Nejvíce RU z této příčiny nastalo na poliklinice v roce 2013 a 2017.



Obrázek 43 Vývoj počtu RU v letech 2011 – 2018 – příčina nesprávné nastavení projekce v oblasti trupu, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

V nemocnici docházelo k nejvyššímu počtu opakování v oblasti hlavy a šíje z důvodu pohybu pacienta během expozice, kdy nejvyššího vrcholu dosáhla v roce 2014 – 2015. Od roku 2016 je počet opakování z této příčiny stejný. Na poliklinice bylo z této příčiny opakováno nejvíce v roce 2013, v roce 2014 a 2016 se tato příčina vůbec neobjevila, viz obrázek č. 44.



Obrázek 44 Vývoj počtu RU v letech 2011 – 2012 – příčina pohyb pacienta během expozice v oblasti hlavy a šíje, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)

4.4 Dokument „Hodnocení způsobu zajištění RO“

Hodnocení způsobu zajištění RO na pracovišti zasílá zdravotnické zařízení do 30.4. následujícího roku SÚJB. Tato povinnost je ustanovena v § 69 AZ a její obsah zprávy vychází z § 54 vyhlášky č. 422/2016.Sb. SÚJB vydal Doporučení k její tvorbě. Součástí této zprávy musí být i analýza a hodnocení RU

Všechna tři sledovaná ZZ vypracovala tuto zprávu do 30.4. 2018 z dat získaných v r. 2017. Hodnocení RU bylo ve zprávách velmi obecně pojato. Zprávy uvádí pouze celkový počet vyšetření ze všech pracovišť daného ZZ a celkový počet RU. Podrobnější analýza nebyla prováděna. Výsledky mé diplomové práce byly v omezeném rozsahu použity pro účely sepsání podrobnější analýzy RU z roku 2018. V tabulce č. 22 jsem navrhla, čím by se měly dohlížející osoby nad RO při sepsování hodnotící zprávy dle mého názoru zabývat.

Tabulka 22 Dokument Hodnocení způsobu zajištění RO – část analýza a hodnocení RU

Přehled a rozbor radiologických událostí a potenciálních radiologických událostí	Návrh na doplnění
	Četnost RU na jednotlivých pracovištích a uvedení kategorie RU
	Procentuální zastoupení opakování vyšetření
	Uvedení nejčastější příčiny opakování vyšetření
	Četnost opakování u jednoho pacienta
	Nápravná opatření

Zdroj: (vlastní zpracování)

4.5 Nápravná opatření proti vzniku RU v praxi

Příčiny, četnost a frekventované vyšetřované oblasti, kdy dochází k RU jsou teprve v začátcích celorepublikového hodnocení, a to s implementací nové legislativy do praxe (její účinnost od 1.1.2017). Tedy teprve v r. 2018 byly prováděny první analýzy a pracoviště odesílala první hodnotící zprávy SÚJB. V průběhu práce na této diplomové práci byly vytvářeny druhé hodnotící zprávy za rok 2018 (do 30.4.2019).

Z pozorování a vlastní praxe lze říci, že přijímání preventivních a nápravných opatření spočívá především v osobním přístupu daného RA (resp. aplikujícího odborníka) a je velmi závislé na jeho vůli akceptovat povinnost dodržovat zásadní princip RO a to zdůvodnění LO. Tj. neprovádění takového LO, které nepřináší dostatečnou diagnostickou informaci. A tím je i snímek, který je nutno opakovat. Pokud si RA

uvědomí vyšší výskyt RU právě při jíím prováděné praxi, měl by přijímat takové opatření, aby počet RU v důsledku téže příčiny minimalizoval, pokud je to v jeho technických možnostech. Ne vždy lze však každou příčinu subjektivně či objektivně ovlivnit. Jednotlivé příčiny a návrhy opatření proti jejich vzniku uvádím v tabulce č. 23. Je zřejmé, že edukovanost a uvědomění aplikujících odborníků je nepostradatelnou součástí v procesu minimalizace RU a proto je žádoucí, aby vzniklé analýzy RU byly diskutovány i v rámci každoročních školení radiačních pracovníků a aby tato školení byla zaměřena na nejčastěji se opakující příčiny, konkrétně na daném pracovišti, zdroji a nejlépe i vzhledem ke konkrétní praxi jednotlivého aplikujícího odborníka. Zda má některý z radiačních pracovníků zvýšený počet RU např. z jedné a té samé příčiny lze rovněž analyzovat ze záznamů a podpisů aplikujícího odborníka na žádance k vyšetření, resp. v elektronickém radiologickém informačním systému (např. RIS, NIS, úložiště Dicom, Pacs atd....). Vzhledem k relativně obecně nízkému počtu RU v radiodiagnostice a charakteru RU C není cílem satisfakce jednotlivce za vzniklou RU, ale neustálá edukace, uvědomování si příčin a snaha o prevenci a minimalizaci RU v případech, kdy to lze a je to v možnostech RA.

Tabulka 23 Příčiny RU v radiodiagnostice a možné způsoby preventivních opatření

Příčina	Opatření	Způsob opatření
Nesprávné natavení projekce	ANO	Využití příručky projekcí, Národní radiologické standardy
Nesprávné nastavení RTG zařízení	ANO	Vzdělávání, dobrá praxe, Národní radiologické standardy
Nesprávné expoziční parametry AEC	ANO	Místní diagnostické referenční úrovně, ověřování parametrů důsledné v rámci zkoušek provozní stálosti
Nesprávné expoziční parametry MAN	ANO	Místní diagnostické referenční úrovně, důsledné dodržování expozičních tabulek a radiologických standardů

Příčina	Opatření	Způsob opatření
Stav pacienta, nespolupracující pacient	ANO i NE	Pokus o důsledné poučení pacienta a komunikace s ním
Přítomnost artefaktů	ANO	Sundání všech kovových předmětů v oblasti snímkování, Systém zkoušek provozní stálosti – kontrola kazet
Selhání RTG zařízení	ANO i NE	Důsledné provádění zkoušek provozní stálosti a odstraňování zjištěných neshod včas
Znehodnocení snímku při zpracování	ANO	Kontroly čtečky kazet v rámci zkoušek provozní stálosti
Vadná kazeta	ANO/ NELZE	Čistění kazet, důsledné testování v rámci zkoušek provozní stálosti, vyřazení kazet, kde byly nalezeny neshody
Selhání distribuce kontrastní látky	NELZE	X

Zdroj: (vlastní zpracování)

5 DISKUZE

Diplomová práce se zaměřuje na radiologické události vzniklé při radiodiagnostickém lékařském ozáření v kontextu s „novým atomovým právem“, jež nabylo účinnosti 1. 1. 2017. Za tímto účelem byla provedena analýza RU na jednotlivých RDG pracovištích vybraných ZZ. Analýze byly podrobeny záznamy o opakování vyšetření za každý rok z jednotlivých pracovišť, jež jsou z důvodu zachování anonymity označeny značkami „X“, „Y“, a „Z“. Z těchto záznamů byla hodnocena četnost RU a jejich příčin, četnost RU u jednoho pacienta a u nejčastěji se opakujícího typu vyšetření. Z důvodu platnosti „obecného nařízení na ochranu osobních údajů“ byly podklady získané ze zdravotnického zařízení X velmi omezené, což zároveň omezovalo získání dat pro analýzu četnosti RU u jednoho pacienta a zjištění nejčastějšího typu opakovaného vyšetření. Pracoviště „Y“ a „Z“ umožnilo v rámci daných pravidel provedení analýzy všech uvedených sledovaných parametrů. Je třeba podotknout, že dvě ZZ („X“, „Y“) jsou krajského typu a v případě zařízení „Z“ se jedná o městskou nemocnici, proto se celkový počet vyšetření a jejich opakování může ve velké míře lišit.

Dále byl hodnocen obsah dokumentu Hodnocení způsobu zajištění RO, jehož zpracování a odevzdání Úřadu do 30.4. následujícího roku je povinností každého držitele povolení pro používání zdroje IZ. Obsah tohoto dokumentu musí být v souladu s požadavky vhlášky č. 422/2016 Sb., avšak jeho forma a podrobnosti zpracování není doposud nikde navržena či doporučena Úřadem. Práce v rámci výzkumné otázky č. 4, zda se v uvedené dokumentaci jednotlivých zdravotnických zařízení dostatečně řeší RU, nabízí návrh na doplnění této problematiky, resp. konkrétní návrh na obsah dokumentu týkající se RU pro sledovaná ZZ. V neposlední řadě práce navrhuje přijetí či zdůrazňuje důsledné dodržování nápravných opatření proti vzniku RU, jež je nutno uplatňovat v praxi. Veškeré získané informace a hodnocení mohou být přínosem pro pracoviště ve smyslu uvědomování si příčin a vývoje četnosti RU v jednotlivých letech, pro možnost předcházení a odstraňování příčin událostí a přijetí takových opatření, aby nedocházelo k jejich opakování. Práce může motivovat ke změnám v přístupu dohlížejících osob a aplikujících odborníků a vést ke změnám v zavedeném systému na pracovištích.

Tím i ke zvýšení úrovně RO pacientů ve smyslu minimalizace nezdůvodněného ozáření, které nepřináší potřebnou diagnostickou informaci.

Bylo by zajímavé provést obdobnou analýzu i v následujících letech z důvodu ověření, zda dochází k dodržování všech preventivních opatření, k eliminaci lidských chyb způsobených např. nedbalostí a tím i ke snížení výskytu RU. Zároveň by došlo ke zhodnocení dlouhodobějšího přínosu této práce s možností posoudit, jaký vliv má na eliminaci RU např. důslednější roční proškolení radiačních pracovníků zaměřené konkrétně na RU, důsledné sledování chyb konkrétních aplikujících odborníků dohlížející osobou, hodnocení četnosti RU, které způsobuje konkrétní jednatel a vyvozování důsledků za účelem odstranění chyb lidského faktoru, nikoliv za účelem postihu jednotlivého RA. Odstraňování příčin RU je dlouhodobým procesem a je otázkou nejen kvalitního vzdělávání a proškolení RA, ale i jejich osobním přístupem k dané věci.

5.1 Radiologické události

Ze statistik ÚZIS je zřejmé, že od roku 2007 dochází k nárůstu vyšetření zobrazovacími modalitami radiodiagnostiky. (ÚZIS, 2018) Tím se zvyšuje i riziko výskytu RU na pracovištích využívajících IZ. I přes relativně nízký procentuální výskyt opakovaných vyšetření z celkového počtu provedených vyšetření, nelze tyto RU považovat za zanedbatelné. Ačkoliv závažnost zdravotní újmy není při diagnostice rtg. zářením tak vysoká jako u radioterapie, je za potřebí nezdůvodněnému lékařskému ozáření, tj. i opakování vyšetření věnovat pozornost z důvodu optimalizace RO pacienta a snižování dávek na tak nízkou úroveň, jak je rozumně dosažitelné. Je nutno připomenout, že opakovaným vyšetřením pro nepostačující diagnostickou informaci je věnována mezinárodní pozornost, čehož důsledkem je implementace této problematiky do nového atomového práva na základě Evropské direktivy.

Jelikož v Doporučení SÚJB, 2018: Radiologické události (draft) je kapitola „radiologické události v radiodiagnostice“ stále v procesu přípravy, zvolila jsem provedení analýzy v počtu absolutních hodnot a zároveň jsem uvedla i procentuální zastoupení jejich opakování z celkového počtu vyšetření. Každé pracoviště ze tří sledovaných zařízení vede záznamy o opakovaných expozicích od jiného roku a jiným způsobem, proto ve ZZ „X“ byla analýza provedena za období 2010 – 2018 s výjimkou pracoviště Kliniky onkologie a radioterapie, ve které byly protokoly o opakování vyšetření zavedeny

až od r. 2011. V případě pracoviště „Y“ byla analýza dat provedena za období 2012 – 2018. Za období 2011 – 2018 byla analýza provedena ve ZZ „Z“ na pracovišti nemocnice a na pracovišti poliklinika za období 2013 – 2018. Vzhledem k tomu, že v loňském roce byly vypracovávány teprve první hodnotící zprávy tohoto typu (do 30.4.2018), není doposud k dispozici žádná jiná výzkumná práce či dokument pro srovnání výsledků. Naopak, veškeré teprve vytvářející se výsledky, soubory dat a hodnotící zprávy budou vodítkem pro Úřad k vypracování Doporučení SÚJB k této problematice v reálném a realizovatelném rozsahu.

Ve ZZ „X“ za uvedená období došlo k nejčtetnějšímu počtu RU v roce 2014, kdy došlo celkově k 637 opakování expozic na všech pracovištích tohoto zařízení dohromady. Nejvíce RU bylo zaznamenáno na oddělení Interní kliniky, kdy k nejvyššímu počtu opakovaných expozic (328 z celkového počtu 50372 vyšetření) došlo v roce 2010. Hlavní příčinou těchto RU na této klinice bylo nesprávné nastavení projekce. Z hlediska procentuálního zastoupení opakovaných vyšetření z celkového počtu vyšetření za jednotlivé roky došlo k nejvyššímu procentu opakování na Centrálním rentgenu - v roce 2014 došlo k překročení 1 % opakovaných snímků (1,24 %). Výsledky opakování vyšetření mne celkem překvapily, neboť jsem očekávala nejvyšší počet opakovaných vyšetření na Dětské klinice. Tento můj předpoklad nebyl potvrzen, ačkoliv na základě mé vlastní praxe RA musím konstatovat, že nesložitější komunikace je právě s dětmi a se zajištěním jejich fixace pohybu. Z hlediska RO „malých“ pacientů se však jedná o pozitivní výsledek a nízký počet opakovaných expozic by měl být vysokou prioritou každého dětského oddělení. Nejvyšší počet opakovaných vyšetření na Interní klinice přisuzuji nejen velkému počtu celkových vyšetření, ale také charakteru pacientu z oddělení geriatric. Opět z praxe je mi zřejmé, že spolupráce s nemocnými vyššího věku není nejsnadnější, často je nutné řešit i negativní osobní přístup pacientů k vyšetření i k aplikujícímu odborníkovi (tj.RA). Často nejsou pacienti schopni spolupracovat pro rozvíjející se nemoc a komplikace, což se týká i pacientů z oddělení urgentní medicíny a z lůžkového oddělení interní kliniky.

V zařízení „Y“ bylo zaznamenáno nejvíce opakovaných expozic v roce 2017, kdy bylo opakováno 1300 vyšetření z celkového počtu vyšetření všech pracovišť dohromady. Avšak z hlediska procentuálního výskytu RU bylo nejvyššího procenta (1,33 %) dosaženo v roce 2012.

Největšího počtu RU ve ZZ „Z“ bylo dosaženo v roce 2014, ve kterém došlo na obou pracovištích dohromady k 86 opakování snímků. Nejčtenější výskyt RU byl zaznamenán v tentýž rok na pracovišti nemocnice, kdy došlo k opakování 68 expozičních snímků.

5.2 Výzkumná otázka č. 1

Jaké jsou příčiny RU a jaká je četnost jejich opakování na vybraných radiodiagnostických pracovištích?

Sledovaná ZZ mají odlišné protokoly a rozdílný rozsah záznamů o opakování vyšetření. Všechny příčiny uvedené v protokolech jednotlivých zařízení a jejich vysvětlení najdeme v kapitole č. 4 (ZZ „X“ a „Z“ mají obdobné zpracování protokolu – podkapitola č. 4.1., tabulka č. 5, příčiny ZZ „Y“ jsou uvedeny v podkapitole č. 4.2, tabulce č. 15.)

Ve ZZ „X“ se nejčteněji objevovala příčina RU z důvodu *nesprávného nastavení projekce*. Tato příčina se za sledované roky objevila v celkovém počtu 1540 pro celé uvedené zařízení „X“. Nejvíce byla tato příčina zaznamenána na Interní klinice, kdy nejvyššího počtu opakování expozičních snímků dosáhla v roce 2010 (200 RU), viz obrázek č.15. Druhou nejčtenější příčinou byl *nespolupracující pacient a jeho stav*. Tato příčina byla důvodem celkového počtu RU 979 v období 2010 – 2018. Opět nejvyšší četnost této příčiny byla zjištěna na Interní klinice, a v roce 2014 došlo až k 131 RU. Objevují se i příčiny z důvodu *nesprávného nastavení RTG zařízení*, které vedlo dohromady k 503 RU, z toho 313 RU bylo zaznamenáno na Interní klinice. K počtu 271 RU vedla příčina *nesprávného manuálního nastavení expozičních parametrů*, kdy nejvíce RU z této příčiny nastalo na Centrálním rentgenu. *Nesprávné nastavení expozičních parametrů AEC* je zaznamenáno u 184 případů, z toho 96 případů bylo zaznamenáno také na Centrálním rentgenu. *Přítomnost artefaktů* vedla ke 147 RU (nejvíce na Interní klinice), *selhání RTG přístroje* se objevilo ve 138 případech (nejvíce opět na Interní klinice), 27 RU bylo z příčiny *znehodnocení snímků při zpracování*, nejvyššího počtu dosáhl Centrální rentgen a *vadná kazeta* vedla k 12 RU jen na Centrálním rentgenu. Je třeba poznamenat, že od roku 2017 se začínají objevovat RU i na CT (dohromady 35 případů RU) z důvodu selhání distribuce kontrastní látky, nejčteněji se tato RU objevila v roce 2017 na Chirurgické klinice.

Ve ZZ „Y“ došlo k nejčtenějšímu počtu RU z důvodu *chyby laboranta* (všechny příčiny uvedené ve ZZ „X“ jsou rovněž uváděny v ZZ „Y“, v tabulce č. 15, v podkapitole č. 6.2).

Tato chyba vedla v období 2014 – 2018 k 2947 RU a nejvíce se projevila v roce 2016. Druhou nejčastější příčinou vedoucí k opakování vyšetření byla *chyba pacienta*, která nejvyšší četnosti dosáhla v roce 2017. „*Chyba mašiny*“ neboli RTG přístroje se vyskytla jen v 19 případech za sledovaná období. Příčina *chybné žádanky* byla zaznamenána ve 26 případech.

Nejčastější příčinou ve ZZ „Z“ bylo *nesprávné nastavení projekce*, jež se objevilo ve 186 případech za sledované období, tato příčina byla nejčetněji zaznamenána na pracovišti nemocnice (116 případů). Druhou nejčastější příčinou byl *pohyb pacienta během expozice*, vedla k 99 RU, z důvodu *nesprávného nastavení RTG zařízení* bylo opakováno 77 vyšetření, nejvíce v roce 2014 na pracovišti nemocnice. *Nesprávné nastavení expozičních parametrů AEC* bylo zaznamenáno ve 22 případech, 18 RU bylo z důvodu *přítomnosti artefaktů, selhání RTG zařízení* vedlo k opakování 10 vyšetření, *nesprávné manuální nastavení expozičních parametrů* se objevilo jen v 6 případech a příčiny jako je znehodnocení snímku při zpracování a *vadná kazeta* vedla dohromady k 7 RU.

Z výsledků vyplývá že nejčetnější příčinou RU je nesprávné nastavení projekce. Tato příčina je chybou RA (radiologického laboranta). Dle mého názoru k této příčině přispívá nedostatečná kvalita vzdělávání v praxi. Vysoké školy nabízející obor Radiologický asistent, mají ve svém programu nízký počet hodin praxe a spíše se zaměřují na teoretické části výuky. Avšak čerstvě vystudovaný RA teorii nevyužije natolik, jako nabyté zkušenosti a vědomosti z praxe. S praxí souvisí i osobní přístup dohlížející osoby k praktikantům na radiodiagnostickém oddělení. Mnoho z nich nechává studenty dělat „podřadné“ práce, aby se nemuseli zabývat a zdržovat otázkami studentů, a aby nezpůsobili v harmonogramu vyšetření značné zpoždění. Z pohledu časového a pracovního chodu oddělení je tato skutečnost pochopitelná, avšak z dlouhodobého hlediska „produkce“ dobrých a kvalitních RA použitelných v praxi je přínosná dostatečná péče o praktikanty, než omezování časové investice do jejich vzdělání a nabytí praxe. Obecně je v praxi RA málo, což opětovně způsobuje jejich časovou tíseň a neochotu či nemožnost se věnovat praktikantovi, či nově zaměstnanému RA. To vše v důsledku může vést k lidskému pochybení a vzniku zmíněných RU. Domnívám se, že nedochází ani k dostatečnému školení RA v rámci jejich povinného systému vzdělávání v RO, při kterém by se rozebíraly jednotlivé příčiny RU a hledalo se řešení k jejich omezení. Je zapotřebí, aby roční školení radiačních pracovníků neprobíhala pouze formálně a stále

dle stejného opakovaného obecného programu, ale aby dohlížející osoba řešila v rámci školení skutečné, reálné problémy související s konkrétním pracovištěm, rentgenovým zařízením, resp. i konkrétním RA, pokud způsobuje např. opakovaně stejné RU, nebo jich má větší počet než ostatní. Také Manoochehri, Hamed a Heidari Samira se ve své práci zabývají souvislostmi mezi opakování expozic a věkem, zkušenostmi a dosaženým vzděláním RA. Průzkum prováděl v průběhu 3 měsíců v roce 2006 na dvou ZZ. Výsledky práce byly zřejmé. Nejvíce RU bylo zaznamenáno u studentů s nízkými zkušenostmi a malou praxí. Pro snížení četnosti RU doporučuje monitorování jejich výkonosti a pravidelné školení. (Manoochehri a Heidari, 2014)

Druhou nejčastější příčinou je nespolupracující pacient, jeho stav či pohyb během expozice. Tato příčina je těžko odvratitelná, často i přes snahu komunikace RA s pacientem a přes jeho důsledné poučení dochází ke znehodnocení snímku vlivem pohybu. Nejčastěji se tak děje u pacientů pod vlivem omamných látek či v opilosti. Zajímavé je, že se v příčinách RU objevuje nesprávné nastavení expozičních parametrů AEC. Tyto příčiny by se vůbec neměly objevit, jelikož cílem zavedení expoziční automatiky (AEC) je získání obrazu dostatečné kvality s ovlivněním dávky (doby expozice) při použití již přednastavených parametrů (kV, mA,..). Právě AEC by měla redukovat opakování vyšetření z důvodu špatného nastavení expozičních parametrů manuálně a zajišťuje tak uplatnění principu optimalizace v praxi (dostatečná kvalita obrazu a rozumná dávka). (Súkupová, 2018) Dalším zajímavým faktem je opakování vyšetření z důvodu selhání distribuce kontrastní látky. Tato příčina se objevuje jen ve ZZ „X“ od roku 2017. Při pohovoru s RF tohoto zařízení jsem se dozvěděla, že tato RU není ještě zcela definována není jasně stanoveno, co se za opakování vyšetření na CT považuje (zda opakování samotného toposcenu či až samotný scan). Proto počty RU z této příčiny mohou být mírně zkresleny.

5.3 Výzkumná otázka č. 2

Při jakých typech vyšetření je RU nejčetnější?

Sledování RU při jednotlivých typech vyšetření bylo umožněno pouze ve ZZ „Y“ a „Z“. Jednotlivé typy vyšetření, byly rozděleny do jednotlivých oblastí těla.

Ve ZZ „Y“ bylo zaznamenáno, že nejčastěji docházelo k opakování expozic v oblasti horní končetiny a to hlavně při snímcích zápěstí. Dokonce v tomto případě došlo

i k překlasifikaci RU v roce 2018 z kategorie C do kategorie B, z důvodu překročení kritéria 200 opakovaných vyšetření v téže oblasti (došlo k 212 opakování expozic zápěstí). Dle mého názoru (ze zkoumaných dat to není zřejmé) docházelo k nejvíce opakování při bočné projekci, kdy je třeba správná centrace a správné nastavení polohy ruky, která zajistí vhodné prokreslení struktur kostí a možných traumatických změn. U správně provedené projekce bočního zápěstí dochází k překrytí kosti vřetenní a loketní a zároveň by mělo dojít k zachycení kosti hráškovité mezi kostí hlavatou a kostí člunkovou. (Svoboda, 1976) I přes to, že nejčastější příčinou RU v oblasti horní končetiny v roce 2018 byla chyba laboranta, myslím si, že v mnoha případech šlo o pohyb pacienta během expozice. V případě i sebemenšího pohybu pacienta dojde sice k malé, ale na rtg. snímku viditelné rotaci zápěstí a poté projekce není provedena správně, tudíž je nutno snímek opakovat.

V případě ZZ „Z“ na pracovišti polikliniky došlo k nejvíce RU v oblasti hlavy a šíje a nejčastější příčinou v této oblasti bylo nesprávné nastavení projekce. Z analýzy vyplývá, že nejčastější opakování expozice nastává při snímcích, C páteře AP což bylo pro mne velké překvapení. Domnívala jsem se, že budou nejčastěji opakované speciální snímky C páteře (Sandberg), každopádně četnost RU při této projekci přisuzuji špatné centraci. Na pracovišti v nemocnici byla zjištěna nejvyšší četnost RU v oblasti trupu, a to zejména při snímkování plic, kdy k nejčastějšímu opakování došlo v roce 2014. Plíce jsou nejčastějším prováděným vyšetřením na rtg. oddělení. Hrudník obsahuje životně důležité orgány (srdce, plíce) a snímky této oblasti odhalí mnoho odchylek od normy. Pacient je indikován k tomuto vyšetření z mnoha důvodů (preventivní, vstupní a výstupní prohlídka, předoperační indikace). U snímků plic je možno udělat mnoho chyb. Z analýzy je zřejmé, že nejčastější příčinami opakování vyšetření v oblasti trupu bylo nesprávné nastavení projekce a pohyb pacienta během expozice. Nesprávné nastavení projekce se může projevit například u vyšších a sportovně založených pacientů, v tomto případě i zkušený RA nemusí odhadnout velikost plic správně a na zobrazeném snímku může kousek plic chybět (často chybí konce kostofrenických úhlů), což je v mnoha případech indikací pro opakování vyšetření. V případě pohybu pacienta či neuposlechnutí příkazů RA (nedýchat) může dojít k rozostření obrazu. V tomto případě, je důležité pacienta předem informovat o průběhu vyšetření a důkladně mu klást na vědomí, že v průběhu vyšetření se nesmí hýbat.

5.4 Výzkumná otázka č. 3

Mají zvolená radiodiagnostická pracoviště vyhovující dokumentaci v souladu s platnou legislativou a řeší dostatečně problematiku RU?

ZZ mají povinnost do 30.4. následujícího roku zasílat SÚJB dokument – Hodnocení způsobu zajištění RO. Tato povinnost byla ustanovena v § 69 AZ a obsah zprávy vychází z § 54 vyhlášky č. 422/2016.Sb. K tomuto dokumentu vydalo SÚJB Doporučení obsahující návod na jeho tvorbu. Součástí této zprávy je taktéž analýza a hodnocení RU.

Z důvodu účinnosti této legislativy od 1.1. 2017 byly tyto dokumenty zasílány úřadu do 30.4.2018 a zpracovávaly data z roku 2017. Všechna tři sledovaná zdravotnická zařízení tento dokument vypracovala dle platné legislativy, avšak z hlediska RU ve velmi obecném pojetí. Z mého pohledu chybělo mnoho podstatných informací o RU. Pracoviště uváděla jen celkový počet vyšetření a z toho procento opakovaných. Žádné ze zkoumaných pracovišť tuto problematiku více nerozebíralo. Přičemž detailnější informace o okolnostech, za kterých RU nastala, by měly jistě výpovědní hodnotu pro odhalování kořenových příčin. Jak už jsem zmínila, nutno vzít v potaz, zda nedošlo na pracovišti k výměně rtg. zařízení, k jeho přenastavení, servisu, zda se nejednalo o nového zaměstnance, který se teprve učí dobré praxi, jaký je stav zaměstnanců co do počtu – nutná vysoká výkonnost nedostatečného počtu personálu může být stresorem, který má vliv na četnost RU atd. V rámci své práce navrhuji dohlížečím osobám nad RO implementovat některá doplnění do systému kontrol rtg. zařízení, ale i do systému vzdělávání radiačních pracovníků. Domnívám se, že je důležité se systematicky a dlouhodobě zabývat četností RU na jednotlivých pracovištích a uvádět i jejich procentuální zastoupení k celkovému počtu vyšetření. Obě hodnoty, jak absolutní čísla, tak procentuální vyjádření mají svoje sice odlišné, ale potřebné výpovědní hodnoty. V neposlední řadě je nutno zařadit RU z hlediska opakování vyšetření do příslušné kategorie RU. Překlasifikace RU z důvodu četnosti jak za sledované období, tak u jednoho pacienta má opět svojí výpovědní hodnotu, i když je pravděpodobné, že velké nemocnice s velkým počtem vyšetření budou mít i vyšší četnost RU a k překlasifikaci z RU C na RU B může dojít častěji než u malých zdravotnických zařízení. Výpovědní hodnotu o úrovni RO a optimalizaci doplňuje v takovém případě pak četnost RU vyjádřená v % z celkového počtu vyšetření. Nelze opomenout z důvodu překlasifikace jednoznačné vedení záznamů i o četnosti RU u jednoho pacienta, pokud

tak nastane. Nepochybně je třeba zaznamenávat nejčastější příčiny RU a uvést ihned příslušné nápravné opatření proti opakování konkrétní jednotlivé události. Díky tomu si mohou aplikující odborníci opakovaně a v souvislostech uvědomovat, jak příště RU předejít, pokud je to v jejich možnostech. Dohlížející osoba by měla pravidelně kontrolovat, zda se tak důsledně děje, neboť spoléhat se pouze na roční hodnocení a kontrolu záznamů pro účely SÚJB neznámá reflektování aktuální situace a okolností, za kterých RU nastala. Důsledkem pak může být řešení příčin se zpožděním, resp. pouze teoreticky, nikoliv bezprostředně prakticky.

5.5 Výzkumná otázka č. 4

Uplatňují se účinně nápravná opatření proti vzniku RU v praxi?

Z vlastních zkušeností a praxe RA si myslím, že přijetí preventivních a nápravných opatření spočívá zejména v osobním přístupu k vykonávané práci, k pacientům a k RO (neboli schopnosti dodržovat základní princip RO, princip optimalizace). Důležité je, aby si každý pracovník dokázal uvědomit a připustit, v čem spočívají jeho chyby vedoucí k opakování vyšetření a byl schopen přijmout nápravná opatření dostatečně důsledně. Zvýšená četnost RU způsobená konkrétními jednotlivými RA, je dohledatelná pouze ze záznamů o opakování vyšetření, kde je uveden podpis RA. Pokud jsou tyto záznamy vedeny ručně v analogové formě, je to otázka odpovědnosti RA, zda uvede své jméno, pacienta, expoziční parametry a všechny související okolnosti, při kterých RU nastala. Proto se domnívám, že dokud nebudou moderní informační systémy zaznamenávat všechna vyšetření provedená na RTG oddělení i s tzv. metadaty (i o těch opakovaných snímcích), resp. dokud neumožní jejich filtraci ze systému podle různých kritérií, nelze se dohledat všech pacientů a typů vyšetření a přesně stanovit reálný počet sledovaných RU. V důsledku toho je složité přijímat i bezprostředně určitá nápravná opatření a kontrolovat striktně jejich dodržování (tím nejsou myšleny satisfakce za vzniklé RU). Každopádně edukace a uvědomění si vlastních chyb je jedno z nepostradatelných opatření vedoucích k minimalizaci RU v praxi. Zda zavedená povinnost analýzy, hodnocení RU a snaha o přijímání nápravných opatření povede v budoucnu k viditelnému omezení RU lze hodnotit až v následných letech. Tato práce může být nápomocná v jednotlivých krocích a v utváření jednotných pravidel a systému v hodnocení RU na pracovištích. Taktéž je přínosem pro sledovaná pracoviště z hlediska uvědomění si slabých míst

procesu a zvolení vhodných nápravných opatření vedoucích k minimalizaci opakování RU.

6 Závěr

Cílem této práce byl rozbor RU na jednotlivých radiodiagnostických pracovištích tří sledovaných ZZ. Ve výzkumné části práce byla provedena analýza dat, která mi poskytla jednotlivá pracoviště a byly zodpovězeny všechny výzkumné otázky. Rozsah výzkumu byl omezen nejen zákonem č.101/2000 Sb. jež byl částečně nahrazen nařízením EU 2016/679 (GDPR), ale i nesjednocenými záznamy o RU a přístupy k evidenci opakování snímků – v jednom případě se záznamové archy vedly v písemné formě (manuální zápisy) ve druhém případě docházelo k zápisům elektronicky.

Výzkumná otázka č. 1: Jaké jsou příčiny RU a jaká je četnost jejich opakování na vybraných radiodiagnostických pracovištích?

Bylo zjištěno, že příčin vzniku RU na RDG pracovištích existuje několik, ale jejich definici si stanovuje dle svého uvážení každé ZZ jinak. Seznam zjištěných příčin je uveden v tabulce č. 5 a 15. Pro potřeby celorepublikového hodnocení četnosti RU a jejich příčin, resp. srovnání jednotlivých pracovišť je různorodost definic příčin opakování snímků a rozsah vedení záznamů o RU problematické. Hodnocení takto individuálních a různorodých záznamů celoplošně bude velmi obtížné. Z tohoto důvodu je nezbytné vytvořit jednotný protokol pro záznamy o opakovaných vyšetření, resp. přizpůsobit používaný SW k možnosti filtrace dle potřebných předem sjednocených kritérií. Bylo by vhodné, aby tato kritéria a podrobnosti byly stanoveny v rámci Doporučení SÚJB, s následným seminářem pro dohlízející osoby, resp. radiologické asistenty.

Výzkumná otázka č 2: Při jakých typech vyšetření je RU nejčetnější?

Na výzkumnou otázku č. 2 nelze odpovědět jednotně. U každého zařízení došlo k nejčetnějšímu opakování expozice v jiné oblasti těla. Zřízení X nebylo hodnoceno pro chybějící záznamy. V zařízení „Y“ došlo k nejvíce RU při vyšetření v oblasti horní končetiny – snímky zápěstí. V zařízení „Z“ (nemocnice) to bylo v oblasti trupu – snímky plic a na poliklinice se jednalo o oblast hlavy a šíje – snímky C páteře v AP projekci.

Výzkumná otázka č. 3: Mají zvolená radiodiagnostická pracoviště vyhovující dokumentaci v souladu s platnou legislativou a řeší dostatečně problematiku RU?

Všechna tři ZZ splnila požadavky platné legislativy, avšak problematiku analýzy a hodnocení RU pojala poněkud obecně, proto bylo navrženo některé podrobnosti a doplnění pro výstupy hodnocení s větší výpovědní hodnotou. Bylo by jistě zajímavé dále pátrat po konkrétnějších příčinách změn četnosti v jednotlivých letech, avšak tím by se práce stala již velmi objemná a nepřehledná. Obecně lze vzít v úvahu, že na četnost RU může mít vliv i např. výměna rentgenového zařízení nebo změna zobrazovacího procesu, kdy si aplikující odborníci ještě nějakou dobu po instalaci musí „zvykat“ na dobrou praxi; zpravidla v průběhu prvního roku se teprve průběžně optimalizuje nastavení expozičních parametrů a je zde i zvýšená pravděpodobnost lidského pochybení. Vliv na četnost RU může mít rovněž změna radiačních pracovníků, nástup nového zaměstnance, odchod již zkušeného atd.

Výzkumná otázka č. 4: Uplatňují se účinně nápravná opatření proti vzniku RU v praxi?

Ani na otázku č. 4 nelze zcela konkrétně odpovědět. V současné době můžeme hodnotit s jistou nepřesností pouze stav v letech minulých, což tato práce přináší a s odstupem času a množstvím potřebných dat srovnávat vývoj v letech budoucích. Obecně však lze na základě současného hodnocení konstatovat, že situace v oblasti radiodiagnostiky není nijak alarmující. Jistý historicky vyvíjený tlak na optimalizaci dávek pacientům, tj. i zavedení dobré praxe podle Národních radiologických standardů a minimalizace nezdůvodněného (opakovaného) ozáření vedl k současnému relativně dobrému stavu, takže lze celkově říci, že přijatý systém opatření a postupů je poměrně účinný. Zda se bude vyvíjet k lepšímu i nadále, v důsledku přijatého nového právního systému, bude předmětem hodnocení následujících let.

Cíle práce byly naplněny a výzkumné otázky zodpovězeny. Diplomová práce nabízí průřez legislativními požadavky z hlediska RO pro RDG pracoviště, jež mohou veškeré poznatky z této práce využít v praxi.

7 Seznam literatury

1. ABUJUDEH, Hani H. a Rathachai KAEWLAI. 2009. *Radiology Failure Mode and Effect Analysis: What Is It?* [online]. [cit. 2019-03-07]. DOI: 10.1148/radiol.2522081954. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19703888>
2. ČESKO. Vyhláška č. 422/2016 Sb., o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 2019 - 05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-422>
3. ČESKO. Zákon č. 263/2016 Sb, zákon atomový zákon, 2016. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2018 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-263>
4. ČEZ, kolektiv autorů. *Radiační ochrana pro vybrané pracovníky* [online]. 2019 [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/skoldohprac/zoz_ro.pdf
5. DANCE, D.R. et al. 2014. *Diagnostic Radiology Physics: A Handbook for Teachers and Students* [online]. Vienna: IAEA, 2014 [cit. 2019-05-01]. ISBN 978-92-131010-1. Dostupné z: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1564webNew-74666420.pdf>
6. GLATZNER M., POLKO V., *Radiační ochrana, ORF MOÚ* [online]. 2011, [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/28479121-Film-cr-ddr-m-glatzner-v-polko-mou-brno.html>
7. HUŠÁK, Václav et al. 2009. *Radiační ochrana pro radiologické asistenty*. Olomouc : Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
8. CHUDÁČEK, Zdeněk. 1995. *Radiodiagnostika I.: 1. část*. NCO NZO, 1995. ISBN 80-7013-114-4.
9. IAEA. 2015. *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency* [online]. Vienna: International atomic energy agency, 2015 [cit.

- 2019-05-07]. ISBN 978-92-0-105715-0. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/P_1708_web.pdf
10. IAEA.2018. *Radiation protection and safety in medical uses of ionizing radiation* [online]. 2018. Vienna [cit. 2019-05-07]. ISBN 978-92-0-101717-8. Dostupné z: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1775_web.pdf
11. JANÁKOVÁ, JUDR., Anna. *Kontrolovaná pásma* [online]. 2013 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/kontrolovana-pasma-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ep_FUjZLTuw8Bzk81--3XC8/
12. KLENER, V., 2000. *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2000. ISBN 80-238-3703-6.
13. *KONCEPCE OBORU RADIOLOGIE A ZOBRAZOVACÍ METODY*. 2016.[online]. 2016 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: http://www.crs.cz/media/File/pdf/Koncepceradiologie2016_8.pdf
14. KÖRNER, Markus, MD et al.2007. *Advances in Digital Radiography: Physical Principles and System Overview* [online]. 2007 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <http://atlas.physics.arizona.edu/~kjohns/downloads/scott/advances-in-dr.pdf>
15. Manoochehri, Hamed & Heidari, Samira. (2014). *Evaluation of related factors to repeated radiographs in radiology centers of Hamadan hospitals*. Journal of Paramedical Sciences (JPS). 5. 45-49. [online]. 2018. [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/319872961_Evaluation_of_related_factors_to_repeated_radiographs_in_radiology_centers_of_Hamadan_hospitals
16. MZČR, 2012. *Metodika sledování nežádoucích událostí ve zdravotnických zařízeních lůžkové péče*. In: Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky, částka 8, s. 20–27. [online] [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: http://www.mzcr.cz/Legislativa/dokumenty/ vestnik- c8/2012_6865_2510_11.html
17. MZČR. 2019. *Věstník Ministerstva zdravotnictví České republiky*. 2019. [Online]. [cit. 2019-04-28]. Dostupné z:

https://www.mzcr.cz/legislativa/dokumenty/vestnik-c-1/2019_16649_11.html

18. NANAGO, Kogiku. 2019. Strengthening the Protection of Patients who Need Multiple Imaging Exams [online]. 2019 [cit. 2019-05-07]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/newscenter/news/strengthening-the-protection-of-patients-who-need-multiple-imaging-exams>
19. PAPÍRNÍK, Petr Mgr. *Legislativa Ministerstva zdravotnictví týkající se lékařského ozáření: Radiační ochrana v radiodiagnostice* [online]. 2014 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/odborne-seminare/>
20. PETROVÁ, Karla Ing. 2014. *Osobní monitorování a zdravotní dohled nad radiačními pracovníky* [online]. 2014 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/seminare/1_sledovani_a_hodnoceni_davek_RP_petrova_2014.pdf
21. PETROVÁ, Karla Ing. 2018. *Mezinárodní organizace působící v oblasti radiační ochrany: Mezinárodní standardy* [online]. 2014 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/odborne-seminare>
22. PROUZA, Zdeněk. 2008. *Principy radiační ochrany - bezpečnost a ochrana zdraví při práci*. [Online] Praha. Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i. [cit. 2018-03-01] Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/principy-radiacni-ochrany-bezpecnost-ochrana-zdravi-pri-praci>
23. RADIOBIOLOGIE. Kolektiv autorů. *Specifické aspekty ochrany před zářením*. [online]. [cit. 2019-05-05] Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/7-kapitola/77.html>
24. RADIOBIOLOGIE. Kolektiv autorů. Stochastické účinky. [online]. [cit. 2019-05-05] Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/7-kapitola/75/751.html>
25. SEIDL, Zdeněk at al. 2012. *Radiologie pro studium i praxi*. GRADA, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
26. SHERER, Mary, Visconti, Paula a Ritenour, E. 2006. *Radiation protection in medical radiography*. St. Louis : Mosby, 2006. ISBN 978-0-323-03600-9
27. SÚJB, 2008. Zavedení systému jakosti při využívání významných zdrojů ionizujícího záření v radioterapii-radiologické události v systému jakosti pracoviště. [online]. Praha. Státní úřad pro jadernou bezpečnost

- [cit. 2019 - 05- 017]. Dostupné z:
https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/02_revize_RU_25_4_2008.pdf
28. SÚJB, 2009. *Zkoušky provozní stálosti mamografická digitální pracoviště*. [Online]. Praha [cit. 2019-05-01]. Dostupné z:
https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/doporuceni_ZPS-mamo-digi.pdf
29. SÚJB. 2009. *Doporučení Mezinárodní komise radiologické ochrany 2007: Publikace ICRP 103* [online]. Praha, 2009 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z:
https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/ICRP103_dokument.pdf
30. SÚJB, 2016. *Nové atomové právo*. [online]. Praha. [cit. 2019-05-01] Dostupné z: <https://www.sujb.cz/legislativa/nove-atomove-pravo/>
31. SÚJB, 2018. *Radiologické události*. [Online]. Praha [cit. 2019-05-17]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/lekarske-ozareni/radiologicke-udalosti/>
32. SÚJB. *Stručný přehled biologických účinků záření* [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>
33. *SÚJB: Úvod* [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/o-sujb/uvod/>
34. SUJCHBO. .© 2019. *Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i* [online]. In: . © 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <http://www.sujchbo.cz/>
35. SÚKUPOVÁ, Lucie, 2018. *Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi*. Praha: GRADA, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.
36. SÚKUPOVÁ, Lucie. 2018. *Princip fungování expoziční automatiky a její využití* [online]. 2018. [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/princip-fungovani-expozicni-automatiky-a-jeji-vyuziti/>
37. SÚRAO. © 2019. *O nás: Naše poslání* [online]. © 2019 [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <https://www.surao.cz/o-nas/nase-poslani/>

38. SÚRO. © 2019. Radiační ochrana: Principy radiační ochrany [online]. [cit. 2019-04-07]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/radiacni-ochrana/principy-radiacni-ochrany>
39. SÚRO. © 2019. [online]. © 2019 [cit. 2019-05-11]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/suro>
40. SVOBODA, Milan. 1976. *Základy techniky vyšetřování rentgenem. 2. vydání.* Praha: Avicenum, 1976, 608 s
41. ŠKRLA, P. 2005. *Především neublížit.* Brno: NCO NZO, 2005, 162 s. ISBN 80-7013-419-4.
42. ŠMORANC, Pavel. *Rentgenová technika v lékařství. 1. vyd.* Pardubice: Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola Pardubice, 2004. 264 s. ISBN 80-854-3819-4
43. ŠVEC, Jiří. 2005. *Radioaktivita a ionizující záření: Doplňující učební text pro předměty Bakalářská fyzika, Aplikovaná fyzika, Ochrana před zářením.* Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-62-0.
44. THORNTON, Eavan at al. 2011. *Application of Failure Mode and Effect Analysis in a Radiology Department* [online]. 2011 [cit. 2019-05-07]. DOI: 10.1148/rg.311105018. Dostupné z: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/rg.311105018>
45. ULLMANN, V. 2002. *Biologické účinky ionizujícího záření.* [online]. Praha. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.sweb.cz/strana2.htm>
46. ÚZIS, 2018. *Činnost zdravotnických zařízení ve vybraných oborech. Stručný přehled činnosti oboru radiologie a zobrazovací metody za období 2007–2017.* K19/18 [online] ISSN: 1211-2585 [cit. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.uzis.cz/rychle-informace/strucny-prehled-cinnosti-oboru-radiologie-zobrazovaci-metody-za-obdobi-2007-2017>
47. VINCENT, Ch. 2010. *Patient Safety.* Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2010 ISBN 9781444323856
48. VOMÁČKA, Jaroslav, NEKULA, Josef, KOZÁK Jiří. 2012. *Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. 1. vyd.* Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2012. ISBN 978-80-244-3126-0.

49. Vorley, T. 2008. *Mini Guide to Root Cause Analysis*. [online] England. Quality Management & Training (Publications) Limited. [cit. 2019-03-25]. Dostupné z: [http://www.root cause analysis.co.uk/images/Green%20RCA%20mini%20guide%20v5%20small.pdf](http://www.rootcauseanalysis.co.uk/images/Green%20RCA%20mini%20guide%20v5%20small.pdf)
50. Vyhláška č. 99/2012 Sb., o požadavcích na minimální personální zabezpečení zdravotních služeb, ve znění pozdějších předpisů (zákon o zdravotních službách), 2012. [Online]. [cit. 2019-05-01]. In: *Sbírka zákonů České republiky*, částka 39, Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-99>

8 Seznam obrázků

Obrázek 1 Model vzniku RU a PRU, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2018)	12
Obrázek 2 Analýza procesního stromu v radiodiagnostice, zdroj: (vlastní zpracování) 19	
Obrázek 3 Závažnost poškození pacienta či zaměstnance, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2018)	21
Obrázek 4 Hodnocení očekávaného výskytu nežádoucí události, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2008).....	21
Obrázek 5 Hodnocení odhalitelnosti chyby, zdroj: (Doporučení SÚJB, 2008).....	22
Obrázek 6 Příčiny opakování vyšetření v roce 2010, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	41
Obrázek 7 Příčiny opakování vyšetření v roce 2011, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	43
Obrázek 8 Příčiny opakování vyšetření v roce 2012, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	44
Obrázek 9 Příčiny opakování vyšetření v roce 2013, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	46
Obrázek 10 Příčiny opakování vyšetření v roce 2014, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	47
Obrázek 11 Příčiny opakování vyšetření v roce 2015, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	49
Obrázek 12 Příčiny opakování vyšetření za rok 2016, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	51
Obrázek 13 Příčiny opakování vyšetření v roce 2017, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	52

Obrázek 14 Příčiny opakování vyšetření v roce 2018, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	54
Obrázek 15 Vývoj příčin RU v čase - Interní klinika, ZZ „X“, zdroj: (vlastní zpracování)	55
Obrázek 16 Procentuální zastoupení vyšetření za období 2012 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	58
Obrázek 17 Vývoj opakování vyšetření zápěstí a jejich příčiny, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	62
Obrázek 18 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2014, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	63
Obrázek 19 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2015, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	64
Obrázek 20 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	64
Obrázek 21 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	65
Obrázek 22 Příčiny opakování vyšetření jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	66
Obrázek 23 Příčiny opakování vyšetření za období 2014 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	67
Obrázek 24 Trend počtu RU v oblasti horní končetiny a trupu za období 2014 – 2018, ZZ „Y“, zdroj: (vlastní zpracování)	68
Obrázek 25 Procentuální vyjádření opakování expozičních oblastí za období 2011 – 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	70
Obrázek 26 Příčiny opakování expozičních oblastí těla v roce 2011, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	73

Obrázek 27 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2012, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	74
Obrázek 28 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí v roce 2013, zdroj: (vlastní zpracování).....	75
Obrázek 29 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2014, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	76
Obrázek 30 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2015, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	77
Obrázek 31 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	78
Obrázek 32 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	79
Obrázek 33 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	80
Obrázek 34 Příčiny opakování vyšetření za období 2011 - 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování).....	81
Obrázek 35 Procentuální vyjádření opakování expozic za období 2013 - 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	82
Obrázek 36 Příčiny opakování expozice jednotlivých oblastí těla v roce 2013, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	85
Obrázek 37 Příčiny opakování expozice jednotlivých oblastí těla v roce 2014,ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	86
Obrázek 38 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2015, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	87
Obrázek 39 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2016, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	88

Obrázek 40 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2017, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	89
Obrázek 41 Příčiny opakování expozic jednotlivých oblastí těla v roce 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	90
Obrázek 42 Příčiny opakování vyšetření za období 2013 – 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování).....	91
Obrázek 43 Vývoj počtu RU v letech 2011 – 2018 – příčina nesprávné nastavení projekce v oblasti trupu, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	92
Obrázek 44 Vývoj počtu RU v letech 2011 – 2012 – příčina pohyb pacienta během expozice v oblasti hlavy a šíje, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	93

9 Seznam tabulek

Tabulka 1 Kritéria pro zařazení neopakované radiologické události týkající se jednoho pacienta	13
Tabulka 2 Kritéria pro zařazení opakovaných radiologických událostí týkající se jednoho pacienta	14
Tabulka 3 Kritéria pro zařazení opakovaných radiologických událostí týkajících se více pacientů.....	15
Tabulka 4 Jednotlivá pracoviště ZZ „X“ a jejich zaměření.....	37
Tabulka 5 Jednotlivé příčiny opakování vyšetření ZZ "X"	39
Tabulka 6 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření v ZZ „X“, 2010.....	40
Tabulka 7 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2011	42
Tabulka 8 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2012	43
Tabulka 9 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2013	45
Tabulka 10 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2014	47
Tabulka 11 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2015	48
Tabulka 12 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2016	50
Tabulka 13 Celkový počet vyšetření a opakování ve ZZ „X“, 2017	51
Tabulka 14 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření ve ZZ „X“, 2018	53
Tabulka 15 Příčiny opakování vyšetření ve ZZ"Y"	56
Tabulka 16 Celkový počet vyšetření a opakování vyšetření za období 2012 – 2018, ZZ „Y“	57
Tabulka 17 Opakování expozičních jednotlivých oblastí těla za období 2014 - 2018, ZZ "Y"	59

Tabulka 18 Celkový počet vyšetření a opakovaných expozič za období 2011 – 2018, ZZ „Z“	69
Tabulka 19 Opakování expozič jednotlivých oblastí těla za období 2011 – 2018, ZZ „Z“	71
Tabulka 20 Celkový počet vyšetření a opakování expozič za období 2013 – 2018, ZZ „Z“	82
Tabulka 21 Opakování expozič jednotlivých oblastí těla za období 2013 - 2018, ZZ „Z“, zdroj: (vlastní zpracování)	83
Tabulka 22 Dokument Hodnocení způsobu zajištění RO – část analýza a hodnocení RU	94
Tabulka 23 Příčiny RU v radiodiagnostice a možné způsoby preventivních opatření ...	95

10 Seznam zkratek

ALARA	„As low as reasonably achievable“
AP	Předožadní
AZ	Atomový zákon
C páteř	Krční páteř
DP	Diplomová práce
EURATOM	Společenství pro atomovou energii
FAO	Mezinárodní organizace pro potraviny a zemědělství
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
HP	Horizontální paprsek
CHYL	Chyba laboranta
CHYM	Chyba „mašiny“ (RTG zařízení)
CHYP	Chyba pacienta
CHYZ	Chyba žádanky
ICRP	Mezinárodní komise pro radiologickou ochranu
IZ	Ionizující záření
KCC	Krizové koordinační centrum
LAT	Bočné
LO	Lékařské ozáření
LS páteř	Bederní páteř
MAAE – IAEA	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
MDRÚ	Místní diagnostické referenční úrovně

MOP – ILO	Mezinárodní organizace práce
NDRÚ	Národní diagnostické referenční úrovně
NSL	Nativní snímek ledvin
NSMP	Nativní snímek malé pánve
OECD	Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj
OSN	Organizace spojených národů
PA	Zadopřední
PRU	Potencionální radiologické události
RA	Radiologický asistent
RCA	Root Cause Analysis
RDG	Radiodiagnostika
RF	Radiologický fyzik
RO	Radiační ochrana
RPN	Risk Priority Number
RU	Radiologická událost
SI	Sacroililiakální skloubení
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
SZO - WHO	Světová zdravotnická organizace
Th páteř	Hrudní páteř

UNSCEAR	Vědecký výbor pro účinky atomárního záření
ZIZ	Zdroj ionizujícího záření
ZPS	Zkoušky provozní stálosti
ZZ	Zdravotnické zařízení