

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

**Informovanost veřejnosti o radiační zátěži  
při radiodiagnostických vyšetřeních**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2019**

**DAVID FORMÁNEK**

**FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ**

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

**David Formánek**

Studijní obor: Radiologický asistent 5345R010

**INFORMOVANOST VEŘEJNOSTI O RADIAČNÍ ZÁTĚŽI PŘI  
RADIODIAGNOSTICKÝCH VYŠETŘENÍCH**

**Bakalářská práce**

Vedoucí práce: Ing. Kamila Honzíková

PLZEŇ 2019

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 22. 3. 2019

.....

David Formánek

# ANOTACE

Příjmení a jméno: David Formánek

Katedra: Katedra záchranářství a technických oborů

Název práce: Informovanost veřejnosti o radiační zátěži při radiodiagnostických vyšetřeních

Vedoucí práce: Ing. Kamila Honzíková

Počet stran - číslované: 57

Počet stran - nečíslované: 15

Počet příloh: 2

Počet titulů použité literatury: 18

Klíčová slova: informovanost, radiační ochrana, ionizující záření, radiodiagnostika

Souhrn:

Bakalářská práce se zabývá radiační zátěží při radiodiagnostických vyšetřeních. V teoretické části je popsáno ionizující záření, jeho veličiny, jednotky, interakce, druhy, zdroje a jeho biologické účinky. Dále je popsána radiační ochrana, její principy, způsoby a limity. V praktické části jsou zpracovány dotazníky vyplněné veřejností, které mapují informovanost veřejnosti o radiační zátěži v radiodiagnostice a její obavy z vyšetření s použitím ionizujícího záření.

# ANNOTATION

Surname and name: David Formánek

Department: Department of Paramedical rescue work and Technical studies

Title of thesis: Public awareness about the radiation dose during radiodiagnostic examinations

Consultant: Ing. Kamila Honzíkóv

Number of pages - numbered: 57

Number of pages - unnumbered: 15

Number of appendices: 2

Number of literature items used: 18

Keywords: awareness, radiation protection, ionizing radiation, radiodiagnosics

Summary:

The bachelor thesis deals with radiation load during radiodiagnostic examinations. The theoretical part describes ionizing radiation, its quantities, units, interactions, types, sources and biological effects. Next it describes radiation protection, its principles, methods and limits. In the practical part is processed questionnaires filled out by the public that maps public awareness about radiation exposure in radiodiagnosics and her fear of examinations using ionizing radiation.

**Poděkování:**

Děkuji Ing. Kamile Honzíkové za odborné vedení práce, poskytování rad a materiálních podkladů a za celkovou podporu během mého studia. A v neposlední řadě bych chtěl poděkovat i rodičům za podporu během studia a při psaní bakalářské práce.

# OBSAH

Seznam obrázků.....	9
Seznam tabulek.....	10
Seznam grafů .....	11
Seznam zkratek.....	12
Úvod .....	13
Teoretická část .....	14
1 Ionizující záření.....	14
1.1 Veličiny a jednotky ionizujícího záření.....	14
1.2 Interakce ionizujícího záření.....	15
1.2.1 Fotoelektrický jev .....	16
1.2.2 Comptonův rozptyl.....	16
1.2 Radioaktivita.....	16
1.2.1 Dělení radioaktivity .....	16
1.3 Rentgenové záření.....	17
1.4 Zdroje ionizujícího záření .....	17
1.4.1 Přírodní zdroje ionizujícího záření .....	17
1.4.2 Umělé zdroje ionizujícího záření .....	18
1.4.2.1 Rentgenka.....	20
1.4.3 Srovnání dávek z přírodních a umělých zdrojů .....	21
1.5 Biologické účinky ionizujícího záření .....	23
1.5.1 Účinky záření na buňku .....	23
1.5.2 Účinky záření na organismus .....	24
1.5.3 Deterministické účinky.....	24
1.5.4 Stochastické účinky .....	25
2 Radiační ochrana .....	26
2.1 Základní principy radiační ochrany .....	26
2.1.1 Princip zdůvodnění.....	26
2.1.2 Princip optimalizace .....	27
2.1.3 Princip limitování .....	28
2.1.4 Princip bezpečnosti zdrojů .....	28
2.2 Způsoby radiační ochrany před ionizujícím zářením.....	28

2.2.1	Radiační ochrana pracovníků v radiodiagnostice .....	29
2.2.1.1	Limitování a monitorování dávek radiačních pracovníků .....	29
2.2.2	Radiační ochrana pacientů v radiodiagnostice .....	30
	Praktická část.....	32
3	Problematika.....	32
3.1	Výzkumný problém.....	32
3.2	Cíle práce.....	33
3.3	Předpoklady.....	33
4	Metodika.....	34
4.1	Vzorek respondentů.....	34
4.2	Interpretace výsledků .....	34
5	Výsledky.....	35
5.1	Oblast ke kategorizaci tazatelů .....	35
5.2	Oblast ke zjištění informovanosti veřejnosti.....	39
5.2.1	Vyhodnocení správných odpovědí .....	49
5.2.1.1	Celková úspěšnost.....	49
5.2.1.2	Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním .....	50
5.2.1.3	Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity .....	51
5.2.1.4	Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním.....	52
5.2.1.5	Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním.....	53
5.2.1.6	Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním.....	54
5.2.1.7	Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání.....	55
5.3	Oblast ke zjištění obav u veřejnosti .....	57
5.3.1	Srovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem.....	60
	Diskuze .....	62
	Závěr.....	66
	Seznam použité literatury .....	67
	Seznam příloh.....	69



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Grafické znázornění interakce ionizujícího záření s prostředím .....	15
Obrázek 2: Rentgenka z roku 1899 .....	20
Obrázek 3: Grafické znázornění rozdělení celosvětové radiační expozice.....	22

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Typické efektivní dávky vybraných vyšetření.....	23
Tabulka 2: Průměrné efektivní dávky z přírodního pozadí .....	23
Tabulka 3: Limity dávek ionizujícího záření.....	30
Tabulka 4: Pohlaví respondentů .....	35
Tabulka 5: Věkové kategorie respondentů .....	36
Tabulka 6: Vzdělání respondentů .....	37
Tabulka 7: Zdravotnické vzdělání respondentů.....	38
Tabulka 8: Maximální počet rentgenů plic.....	39
Tabulka 9: Indikace vyšetření rentgenem.....	41
Tabulka 10: Vliv OPG na štítnou žlázu.....	43
Tabulka 11: Maximální počet CT za rok .....	45
Tabulka 12: Důvod odkládání kovových předmětů .....	47
Tabulka 13: Celková úspěšnost .....	49
Tabulka 14: Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním .....	50
Tabulka 15: Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity.....	51
Tabulka 16: Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním .....	52
Tabulka 17: Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním .....	53
Tabulka 18: Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním .....	54
Tabulka 19: Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání.....	55
Tabulka 20: Obavy z vyšetření rentgenem.....	57
Tabulka 21: Důvod obav z vyšetření rentgenem .....	58
Tabulka 22: Počet vyšetření rentgenem za poslední rok .....	59
Tabulka 23: Porovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem .....	60

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Pohlaví respondentů.....	35
Graf 2: Věkové kategorie respondentů.....	36
Graf 3: Vzdělání respondentů.....	37
Graf 4: Zdravotnické vzdělání respondentů.....	38
Graf 5: Maximální počet rentgenů plic .....	39
Graf 6: Indikace vyšetření rentgenem .....	41
Graf 7: Vliv OPG na štítnou žlázu .....	43
Graf 8: Maximální počet CT za rok .....	45
Graf 9: Důvod odkládání kovových předmětů.....	47
Graf 10: Celková úspěšnost.....	49
Graf 11: Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním .....	50
Graf 12: Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity .....	51
Graf 13: Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním .....	52
Graf 14: Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním.....	53
Graf 15: Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním .....	54
Graf 16: Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání .....	55
Graf 17: Obavy z vyšetření rentgenem.....	57
Graf 18: Počet vyšetření rentgenem za poslední rok.....	59
Graf 19: Porovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem.....	60

## SEZNAM ZKRATEK

CT .....	computer tomography
RTG .....	rentgen
ALARA .....	as low as reasonably achievable
GeV .....	gigaelektronvolty
J .....	joule
kg.....	kilogram
Gy.....	grey
mGy .....	miligrey
Sv .....	sievert
mSv.....	milisievert
man Sv .....	man-sievert

## ÚVOD

Od počátku existence života na Zemi jsou rostliny i živočichové, včetně lidí, vystaveni působení ionizujícího záření z přírodních zdrojů, avšak v minulém století přibyly k přírodním zdrojům i zdroje umělé. Přestože zdroje přírodní mají většinový podíl na ozáření obyvatelstva, zdroje umělé budí v laické veřejnosti větší obavy. V praxi se radiologičtí asistenti, ale i ostatní zdravotnický personál, včetně lékařů, setkávají s častými dotazy, nedůvěrou vůči vyšetřením s použitím ionizujícím zářením a dokonce i se strachem z těchto vyšetření.

Naproti tomu, neexistuje žádná databáze, není žádný nástroj pro sledování počtu vyšetření s použitím ionizujícího záření. Ve větších nemocnicích jsou informační systémy, které toto částečně umožňují, avšak půjde-li pacient k lékaři mimo tuto nemocnici, tak lékař již nemá žádný nástroj, kromě toho co mu pacient sdělí, jak zjistit jaká vyšetření pacient již podstoupil. Zde může nastat tedy situace, že pacientovi je dané vyšetření provedeno opakovaně.

V teoretické části si připomeneme základní informace o ionizujícím záření, radioaktivitě, dále se hlouběji podíváme na rentgenové záření a jeho biologické účinky. Více se budeme zabývat také umělými a přírodními zdroji ionizujícího záření a porovnáme je mezi sebou. Další podstatnou částí této práce je kapitola o radiační ochraně, kde se zaměříme na základní principy radiační ochrany a její způsoby v radiodiagnostice, a to jak co se týče pracovníků v radiodiagnostice, tak pacientů.

V praktické části budeme zkoumat jak je laická veřejnost informována o radiační zátěži v radiodiagnostice, a to formou dotazníkového šetření. Budeme zkoumat procentuální úspěšnost odpovědí na jednotlivé otázky dotazníku a dále srovnáme výsledky napříč jednotlivými úrovněmi vzdělání. Dále se pokusíme odhalit obavy veřejnosti z vyšetření s použitím ionizujícího záření a jejich důvody.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 Ionizující záření

Ionizující lze jednoduše popsat jako záření, která má dostatečnou energii k tomu, aby uvolnila elektrony z atomů a tím je ionizovala. Ionizující záření bychom mohli rozdělit do dvou skupin, a to korpuskulární a elektromagnetické vlnění. Korpuskulární záření je tok částic alfa, beta nebo neutronů, oproti tomu elektromagnetické záření je rentgenové a gama záření. (Anderson, 2016)

### 1.1 Veličiny a jednotky ionizujícího záření

Základní veličinou ionizujícího záření je **dávka**, kterou chápeme jako množství energie předané živé hmotě, její jednotkou je tedy joule (J). Tato veličina nám slouží jako takový základ pro další použití. Jedná se o fyzikální veličinu a další veličiny jsou z ní odvozené. (Atom info.cz, 2012; Anderson, 2016)

Pokud budeme chtít specifikovat množství, které se pohltilo v jednom kilogramu tkáně, tak k tomu nám slouží veličina **absorbovaná dávka**, která je v jednotkách gray (Gy) a lze vyjádřit jako joule na kilogram (J/kg). Ta se používá při vysokých dávkách záření, kde sledujeme spíše deterministické účinky. (Atom info.cz, 2012; Anderson, 2016)

Avšak pokud budeme chtít sledovat účinky u nižších dávek je potřeba si uvědomit, že každý druh záření způsobuje různé poškození tkáně i při stejné absorbované dávce, proto rozvádíme absorbovanou dávku na **dávku ekvivalentní**, která je dávkou absorbovanou násobenou ekvivalentem záření, který zohledňuje druh záření. Jednotkou ekvivalentní dávky je sievert (Sv). (Atom info.cz, 2012; Anderson, 2016)

Dále je třeba si uvědomit, že každá tkáň lidského těla reaguje na záření odlišně, proto ještě používáme veličinu **efektivní dávky**, což je dávka ekvivalentní násobená tkáňovým ekvivalentem. Jednotkou je také sievert (Sv). Tedy je to veličina nejvíce vypovídající o tom jakou dávku člověk obdržel. (Atom info.cz, 2012; Anderson, 2016)

Pokud nás bude zajímat dávka, kterou obdržela nějaká skupina lidí, ať už například všichni obyvatelé České republiky nebo všichni radiologičtí asistenti, používáme veličinu nazvanou **kolektivní efektivní dávky**, můžeme také použít jen název **kolektivní**

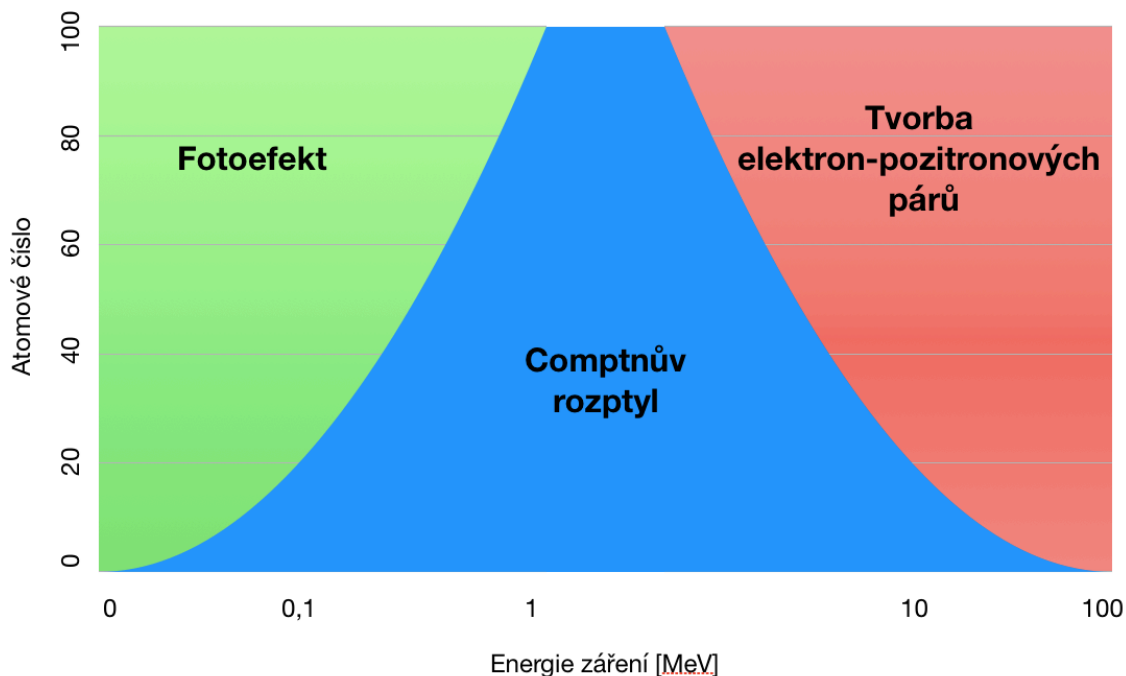
**dávka** ,což není nic jiného, než součet efektivních dávek jednotlivců. Avšak zde používáme jednotky man-sieverty (man Sv). (Atom info.cz, 2012; Anderson, 2016)

Další veličinou, kterou je třeba připomenout je **aktivita**. Aktivita je vyjádřena jako počet přeměn radioaktivní látky za jednotku času. (Hušák, 2009)

## 1.2 Interakce ionizujícího záření

Ionizující záření může s prostředím reagovat fotoefektem, Comptonovým rozptylem nebo tvorbou elektron-pozitronových párů. Druh interakce závisí na atomovém čísle látky do které záření vstupuje a na energii záření. Pro představu, která interakce se uplatní, se můžeme podívat na grafické znázornění pravděpodobnosti interakce na obrázku 1.1. Z tohoto grafického znázornění vidíme, že v radiodiagnostice se setkáváme pouze s fotoefektem nebo Comptonovým rozptylem, protože se běžně pracuje se zářením, které má energii zhruba do 150 keV, což je 0,15 MeV. (Seidl, 2012; Pretorius, 2011)

Obrázek 1: Grafické znázornění interakce ionizujícího záření s prostředím



Zdroj: vlastní

### 1.2.1 Fotoelektrický jev

Fotoelektrický jev, neboli fotoefekt, je jev při kterém foton předá veškerou svoji energii elektronu z obalu atomu, nejčastěji ze slupky K nebo L. Následně přeskočí elektron z vyšší slupky na místo po vyraženém elektronu a při tom se uvolní elektromagnetické vlnění o takové energii, která je rovna rozdílu vazebných energií mezi těmito slupkami. Vyzařené záření nazýváme **charakteristické záření**. (Súkupová, 2018)

V 80 % dochází k vyražení elektronu ze slupky K, v 16 % na slupce L a ve 4 % na slupce M, za předpokladu, že energie dopadajícího fotonu je vyšší než vazebná energie elektronu. Z toho je patrné, že k fotoefektu dochází nejbližší jádru atomu. (Súkupová, 2018)

### 1.2.2 Comptonův rozptyl

Oproti fotoefektu Comptonův rozptyl je způsoben volným elektronem nebo elektronem slabě vázaným k jádru (vazba je tak slabá, že její vliv lze zanedbat). Foton při střetu s elektronem mu předá pouze část své energie a dál pokračuje s nižší energií, jako **rozptýlené záření**. Energie je předána ve formě kinetické energie. (Súkupová, 2018)

## 1.2 Radioaktivita

Radioaktivitu, neboli radioaktivní rozpad, chápeme jako samovolnou přeměnu jader na jádra jiná, při čemž vzniká radioaktivní záření. Děje se tak u nestabilních nuklidů, jako je například: Radon, Technecium či Uran. (Stupková, 2009)

### 1.2.1 Dělení radioaktivity

Nejčastěji radioaktivitu dělíme na přirozenou a umělou. Samovolný rozpad jádra označujeme jako radioaktivitu přirozenou. Oproti tomu radioaktivita umělá vyžaduje nějaký vnější vliv. Jako příklad můžeme použít ostřelování jádra atomu částicemi  $\alpha$ . Záření, které vzniká při radioaktivním rozpadu je označováno jako  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  a neutronové záření. (Stupková, 2009)



### 1.3 Rentgenové záření

Rentgenové, nebo také X-záření, je elektromagnetické záření šířící se rychlostí světla, jeho intenzita klesá se čtvercem vzdálenosti, přičemž při průchodu hmotou je jeho část pohlcena nebo rozptýlena. Na tomto principu je založeno snímkování. Záření se nejvíce pohltí v tkáních s největší hustotou, naopak nejméně v tkáních s nízkou hustotou. (Vomáčka, 2015; Pretorius, 2011)

Záření při interakci s určitými látkami způsobuje luminiscenci. Tento jev nazýváme luminiscenční efekt. Další vlastností je schopnost záření při dopadu na fotografický materiál způsobit chemické změny, která mají za následek zčernání. Tento jev je nazýván fotochemický efekt a je využíván k získání obrazu z dopadeného záření. V neposlední řadě má rentgenové záření schopnost vyvolat ionizaci atomů nebo molekul v určité látce, v tomto případě hovoříme o ionizačním efektu. (Seidl, 2012)

### 1.4 Zdroje ionizujícího záření

Všichni živočichové i rostliny jsou od vzniku Země vystavováni ionizujícímu záření, které pochází z přírodních zdrojů. Avšak až od počátku 20. století se k přidali ke zdrojům přírodním i zdroje umělé, tedy zdroje které vznikli v důsledku lidské činnosti. (Anderson, 2016)

#### 1.4.1 Přírodní zdroje ionizujícího záření

Přírodní zdroje záření bychom mohli rozdělit na kosmické záření a záření z přírodních radionuklidů. Kosmické záření pochází buďto z hlubin vesmíru nebo z erupcí na Slunci. Kosmické záření se dále dělí na primární a sekundární složku. Primární složka je ta část záření, která dopadá na zemskou atmosféru. Primární složka se skládá z 86 % z protonů, 11 % částic alfa, 2 % elektronů a pouze z 1 % těžkých jader. Tato primární složka spolu s jádry a elektronovými obaly atomů interaguje a vznikají zde jaderné reakce, které mají za následek sekundární složku. Sekundární složku tvoří převážně miony s energií 1-10 GeV s příměsí fotonů, elektronů a neutronů. (Hušák, 2009)

Kosmické záření zvyšuje radiační zátěž u obyvatelstva, přičemž dávkový příkon v nulové nadmořské výšce je zhruba  $0,03 \mu\text{Sv} \cdot \text{h}^{-1}$  a přibližně každých 1800 m nadmořské výšky se zdvojnásobuje. Z tohoto tedy můžeme vidět, že radiační zátěž z kosmického

záření je vyšší ve vyšší nadmořské výšce a naopak. Pokud se zaměříme na Českou republiku, tak zde se odhaduje, že efektivní dávka z kosmického záření je 0,3 mSv. což je například přibližná dávka u skiaskopického snímku kyčle. (Hušák, 2009; Seidl, 2012)

Přírodní radionuklidy bychom hledali ve všech složkách zemského prostředí. Je tedy nutné si je rozdělit do tří skupin a to na radionuklidy kosmogenní, původní primordiální a radionuklidy, které vznikají sekundárně. (Hušák, 2009)

Kosmogenní radionuklidy jsou produktem jaderných reakcí mezi kosmickým zářením a atmosferickým obalem země. Jako příklad nám poslouží známý radionuklid  $^{14}\text{C}$  nebo  $^3\text{H}$ ,  $^7\text{B}$ ,  $^{22}\text{Na}$  a jiné. (Hušák, 2009)

Původními primordiálními radionuklidy jsou označovány radionuklidy, které vznikly v raných stádiích vesmíru. A však stále se na zemi vyskytují z důvodu velmi dlouhého poločasu rozpadu, který přesahuje desítky i stovky milionů let. Například  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{87}\text{Rb}$  a jiné. Řada dalších již není detekovatelná nebo již vymřela. (Hušák, 2009)

Radionuklidy, jež vznikají sekundárně, jsou takové radionuklidy, které vznikají z původních radionuklidů, které tvoří přeměnové řady. Nejvýznamnějším takovýmto radionuklidem je  $^{226}\text{Ra}$  neboli radium, které je z uran-radiové řady počínající  $^{238}\text{U}$ . Více známý radon ( $^{222}\text{Ra}$ ) je výsledkem radioaktivní přeměny z  $^{226}\text{Ra}$ . (Hušák, 2009)

Pokud tedy sečteme efektivní dávku z kosmického záření a přírodních radionuklidů mluvíme o takzvané průměrné roční efektivní dávce, která je u každého obyvatele ČR přibližně 3,5 mSv. Největší podíl na této dávce má výše zmíněný radon a jeho dceřiné produkty. Pokud se podíváme na světový průměr, činí zhruba 2,4 mSv. Avšak například v blízkém Německu je průměrná efektivní dávka na obyvatele 4,8 mSv, v Itálii 5 mSv a v Norsku dokonce 6,3 mSv. (Hušák, 2009)

#### **1.4.2 Umělé zdroje ionizujícího záření**

Oproti přírodním zdrojům ionizujícího záření jsou umělé zdroje vytvořeny lidskou činností. V posledních desetiletích vzhledem k výzkumu došlo k rozmachu užití umělých zdrojů a to v mnoha odvětvích, a to ve výrobě elektrické energie, lékařství, ve vojenské

činnosti a jinde. Nejvýznamnějším umělým zdrojem záření pro člověka je ozáření lékařské, které představuje 98 % ozáření z umělých zdrojů. (Hušák, 2009) (Anderson, 2016)

Lékařské ozáření se od ostatních se však od ostatních zdrojů odlišuje v tom, že většinou je ionizujícímu záření vystavena jen určitá část těla, u ostatních zdrojů je nejčastěji ozáření celotělové. Dalším rozdílem oproti ostatním zdrojům je to, že z lékařského ozáření se předpokládá určitý prospěch pro ozářeného jedince. Vzhledem k tomu, že čím dál více obyvatel má přístup ke kvalitnější péči, průměrná efektivní dávka neustále roste. A to i přes stále nižší efektivní dávky na jednotlivé výkony vzhledem k vývoji lepší techniky. Pokud bychom chtěli lékařské ozáření dělit na kategorie, tak máme rentgenovou diagnostiku (včetně intervenčních výkonů), nukleární medicínu, radioterapii a ostatní lékařské využití, jako je například screening a dobrovolné lékařské, biomedicínské, diagnostické a terapeutické programy. Největší podíl na lékařském ozáření má však rentgenová diagnostika. (Anderson, 2016)

Diagnostická radiologie se zabývá analýzou obrazů získaných použitím rentgenového záření. Mluvíme tedy o radiografii, skiaskopii nebo počítačové tomografii. Dalším odvětvím je intervenční radiologie, která provádí co nejméně invazivní výkony, které jsou průběžně sledovány skiaskopicky a to za účelem diagnostiky nebo léčby onemocnění. Dále do diagnostické radiologie patří i ultrasonografie a vyšetření magnetickou resonancí, avšak zde se nevyužívá ionizujícího záření a tím pádem zde není žádná radiační dávka. (Anderson, 2016)

V nukleární medicíně jsou využívány otevřené zářiče, které se zavádějí do těla, a to upravené jako radiofarmaka, aby bylo možné je podat buďto intravenózně nebo orálně. Tyto radiofarmaka se po podání ukládá v orgánech podle své fyzikální a chemické charakteristiky. Následně je záření vyzářené těmito radiofarmaky analyzováno za účelem diagnostiky. Méně často je využívána nukleární medicína i k léčbě například onemocnění štítné žlázy. (Anderson, 2016)

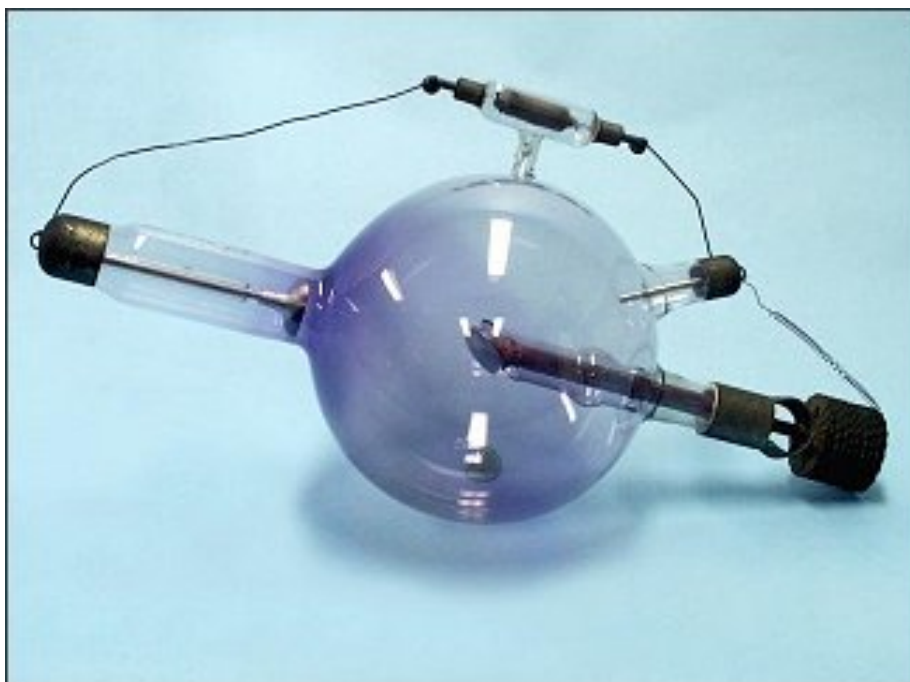
Radioterapie oproti výše zmíněným se zabývá léčbou onemocnění, a to zejména léčbou zhoubných a nezhojných nádorů. Radioterapii lze rozdělit na teleterapii a brachyterapii. Teleterapie, neboli zevní radioterapie, je ozařování zevním zdrojem, kterým je nejčastěji lineární urychlovač nebo ozařovač s  $^{60}\text{Co}$ . Oproti tomu brachyterapie využívá kovové radionuklidové zářiče, které jsou zaváděny na povrch nebo do nádoru.

I v radioterapii se využívá rentgenky, avšak méně častěji oproti výše zmíněným zdrojům. (Anderson, 2016)

#### 1.4.2.1 Rentgenka

V radiodiagnostice je zdrojem rentgenového záření rentgenka, správně rentgenová lampa. Rentgenka pojmenovaná po svém objeviteli Wilhelmu Conradovi Röntgenovi je nedílnou součástí dnešní radiologie. Rentgenka je skleněná trubice s hlubokým vakuem, která je uložena v olovnatém krytu. Uvnitř se nachází záporně nabitá katoda, která při zahřívání na vysokou teplotu uvolní ze svého povrchu elektrony. Elektrony jsou fokusovány miskami usměrněny do tenkého paprsku, který je přitahován vysokým napětím k anodě. Po dopadu na anodu, tedy kladně nabitou část rentgenky, elektrony změni svoji kinetickou energii na teplo a rentgenové záření. Rentgenového záření vzniká zhruba pouhé jedno procento a zbytek se mění na teplo. Kvůli tomuto jevu je anoda přetěžována, přičemž díky rotaci anody toto zatížení nepůsobí pouze na jeden bod, nýbrž na jakýsi prstenec, který se tvoří díky rotaci rentgenky. (Vomáčka, 2015)

Obrázek 2: Rentgenka z roku 1899



Zdroj: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/fl11.htm>

V rentgence vznikají dva druhy záření, a to brzdné a charakteristické. **Brzdné záření** vzniká interakcí mezi urychleným elektronem a kovovou anodou. Při průletu elektronu blízko jádra atomu je elektron coulombickými silami zpomalen a tím ztrácí část své kinetické energie, která je závislá na vzdálenosti průletu od jádra. V důsledku toho vzniká foton s energií, která je rovna ztracené kinetické energii. Výsledné spektrum elektromagnetického záření se spojitě. (Súkupová, 2018)

Oproti tomu **charakteristické záření** má spektrum diskrétní a závisí na materiálu anody. Rychle letící elektron dopadající na anodu vyrazí některý z elektronů na slupce K, L nebo M. Tím vzniká neobsazené místo, které je okamžitě obsazeno jiným elektronem z vyšší slupky, při čemž je vyzářeno charakteristické záření o energii, která je rovna rozdílu vazebných energií mezi těmito slupkami. (Súkupová, 2018)

### 1.4.3 Srovnání dávek z přírodních a umělých zdrojů

Pokud bychom chtěli srovnávat ozáření z přírodních a umělých zdrojů, tak zcela jasně budou dominovat zdroje přírodní se zhruba 80%, kam se řadí ozáření způsobené radonem, které má 42% podíl, kosmické záření, které má 13 % podíl, ozáření z půdy s podílem 16% a ozáření z potravy s 9%. Oproti tomu zhruba 20 % připadá na umělé zdroje, kde většina expozice je z lékařského ozáření. Radiační expozice můžeme dále rozdělit na zevní a vnitřní. Radioaktivní látky a záření nás může ozařovat zevně, neboli externě, nebo nás může ozařovat vnitřně ve formě potravy, nápojích či můžeme látku vstřebávat kůží, či otevřenými ránami. Pro lepší pochopení se můžeme podívat na obrázek 1.2, kde je graficky znázorněno celosvětové rozdělení radiační expozice. (Anderson, 2016)

Obrázek 3: Grafické znázornění rozdělení celosvětové radiační expozice



Zdroj: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb\\_2017-1.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf)

Pokud bychom chtěli vědět konkrétní hodnoty, tak průměrná celosvětová roční efektivní dávka na osobu činí 2,4 mSv z přírodních zdrojů. Pokud bychom chtěli srovnávat ozáření z přírodních zdrojů, tak nám poslouží tabulky 1.1 a 1.2. Můžeme si povšimnout například, že rtg snímek břicha nebo pánve je srovnatelný se zpátečním letem z Paříže do New Yorku. Jako další zajímavé srovnání nám může posloužit CT vyšetření hlavy, které je srovnatelné s ozářením z přírodního pozadí za zhruba 6 měsíců. Pokud by nás zajímalo vyšetření z oddělení nukleární medicíny, můžeme se zaměřit na perfuzi plic, kdy stejnou efektivní dávku obdržíme pouze z radonu za rok. Oproti snadno srovnatelným vyšetřením je zde například scintigrafie myokardu, kde stejnou efektivní dávku obdržíme z přírodního pozadí přibližně až za 6 let. Na těchto případech si můžeme povšimnout, že u lékařských expozic velmi záleží jaké vyšetření podstupujeme. (Anderson, 2016; Hušák, 2009)

Tabulka 1: Typické efektivní dávky vybraných vyšetření

Zobrazovací metoda	Druh vyšetření	Typická efektivní dávka (mSv)
Skiografie	lebka AP/PA	0,01-0,02
	hrudník PA	0,01-0,02
	břicho AP	0,3-0,5
	pánev	0,3-0,5
Skioskopie	kontrastní střevo	2 - 5
Koronární angiografie	diagnostická	3 - 5
Intervenční radiologie	mozek	3-8
CT	hlava	1,2-1,7
	břicho	3-7
Nukleární medicína	plice perfuze <sup>99m</sup> Tc	1
	scintigrafie myokardu <sup>201</sup> Tl	14

Zdroj: Hušák, 2009

Tabulka 2: Průměrné efektivní dávky z přírodního pozadí

Zdroj expozice	Průměrná efektivní dávka (mSv)
<b>Radon za rok</b>	1,008
<b>Zpáteční let New York - Paříž</b>	0,050
<b>Přírodně zdroje celkem</b>	2,400
<b>Přírodní zdroje za měsíc</b>	0,200

Zdroj: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb\\_2017-1.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf)

## 1.5 Biologické účinky ionizujícího záření

### 1.5.1 Účinky záření na buňku

Na rozdíl od užitečných vlastností rentgenového záření, popsaným výše, existují i negativní vlastnosti. Tyto vlastnosti jsou především schopnost excitace a ionizace atomů hmoty. Nejzávažnější poškození je poškození molekuly DNA uvnitř jádra

buňky. Toto poškození vede ke smrti buňky, tedy apoptóze. Velmi citlivé jsou buňky rychle proliferující a to z důvodu, že je zde nejvyšší pravděpodobnost účinku záření těště před dělením, kdy kontrolní mechanismy mohou vyhodnotit stav buňky jako neschopný se dělit a spustí apoptózu. Z posledního důvodu vyplývá, že je nutností se zamyslet nad indikováním snímků v oblasti gonád u dospělých v produktivním věku a všech snímků u dětí. (Stupková, 2009, ;Feltl, 2008)

### **1.5.2 Účinky záření na organismus**

Oproti účinkům záření na buňku vnímáme účinky na organismus, jako celkové účinky s konkrétními příznaky. Tyto účinky dělíme na deterministické a stochastické. Pokud tyto účinky budeme srovnávat, všimneme si rozdílů mezi nimi. Pro deterministické účinky platí, že se pod určitou prahovou dávkou vůbec neprojeví, na rozdíl od účinků stochastických, které se vyskytují sporadicky a nezávisle k velikosti dávky. S rostoucí dávkou se pouze zvyšuje pravděpodobnost jejich výskytu. (SÚJB, 2017)

### **1.5.3 Deterministické účinky**

Tyto účinky vznikají jako projev smrti části populace buněk v tkáni. Do určité dávky smrt buněk nenastává, proto se ani deterministické účinky neprojevují. Máme tedy určitou prahovou dávkou, která je pro tyto účinky charakteristická. Jedná se o dávku přibližně 0,7 Gy (gray), která je jednorázová a celotělová. Po překročení této dávky začneme pozorovat příznaky akutní nemoci z ozáření. (SÚJB, 2017)

Mezi deterministické účinky řadíme i akutní nemoc z ozáření. Toto onemocnění vzniká po celotělovém jednorázovém ozáření lidského organismu, kdy jsou poškozovány všechny tělesné systémy najednou. Příznaky jsou závislé na dávce poškození, proto onemocnění rozdělujeme do čtyř skupin, neboli stupňů poškození. První, nejlehčí stupeň je při ozáření přibližně 1-2 Gy, jedná se o lehkou formu nemoci z ozáření a prognóza je zcela příznivá. Druhý, střední stupeň nastupuje po ozáření zhruba 2-4 Gy, kde prognóza je příznivá. Třetí, těžký stupeň je po ozáření 4-6 Gy a prognóza je ještě poměrně příznivá. Poslední, třetí, tedy těžký stupeň je po ozáření více jak 6 Gy a zde je



prognóza poměrně nepříznivá a po překročení více jak 8 Gy je prognóza zcela nepříznivá.  
(Radiobiologie, 2017)

#### **1.5.4 Stochastické účinky**

Stochastické účinky jsou následkem genetických změn vyvolaných rentgenovým zářením. Tyto účinky mohou vzniknout již při velmi malých dávkách, avšak se zvyšující se dávkou roste i pravděpodobnost těchto účinků. Dodnes však nedokážeme odlišit tyto účinky s přirozeným výskytem poruch v populaci. Mezi stochastické účinky patří nádorová onemocnění, genetické změny a mutace. (SÚJB, 2017)

## **2 Radiační ochrana**

### **2.1 Základní principy radiační ochrany**

Cílem radiační ochrany při radiodiagnostických vyšetřeních je zamezení vzniku deterministických účinků a snížit pravděpodobnost stochastických účinků co nejvíce, respektive na úroveň přijatelnou jak pro jedince, tak pro společnost. K dosažení těchto cílů nám velmi pomohl technologický pokrok v předešlých několika desetiletích. Ku příkladu můžeme sledovat porovnání orgánové dávky u snímku plic, kdy v letech 1930-1959 bylo uváděno okolo 0,4-0,5 mGy, oproti tomu nyní je uváděno cca 0,25 mGy. Ještě větší rozdíl můžeme pozorovat u snímku lebky. Hodnota v letech 1930-1959 byla, pro nás dnes nepředstavitelných, 20 mGy, dnes se pohybujeme v dávkách okolo 1-2 mGy. I přes technologický pokrok však je nutné snažit se dávky dále snižovat. K tomu nám slouží čtyři základní principy radiační ochrany. Jedná se o princip zdůvodnění, optimalizace, limitování a princip fyzické bezpečnosti zdrojů. Pro lékařské ozáření neuplatňujeme princip limitování, protože uvažujeme, že každé vyšetření má své odůvodnění a jeho přínos převažuje možná rizika. (Súkupová, 2018; Hušák, 2009)

#### **2.1.1 Princip zdůvodnění**

Tento princip nám říká, že u každého vyšetření musí přínos převažovat rizika. To znamená, že podstoupí-li pacient vyšetření s použitím ionizujícího záření, které má pravděpodobnost určitých stochastických účinků, musí toto riziko pro nás být zanedbatelné v porovnání s přínosem vyšetření, či terapeutického zákroku (intervenční výkony a podobné). (Súkupová, 2018; Hušák, 2009)

Prakticky se princip zdůvodnění používá tak, že před indikací určitého vyšetření indikující lékař by měl zvážit zda nelze diagnostikovat pacienta bez použití ionizujícího záření. Lékař by měl zvážit zda nelze využít ultrazvukové vyšetření nebo vyšetření magnetickou resonancí, pokud je to možné a dostupné. Není-li možné provést vyšetření ultrazvukem nebo magnetickou resonancí měl by lékař stanovit jasnou indikaci vyšetření, aby bylo možné jasně stanovit přínos vyšetření. Výsledkem vyšetření by mělo být ovlivnění další péče o pacienta, ale zároveň zde nesmí být jiné použitelné a bezpečnější vyšetření. Jako klasický příklad nedodržování tohoto principu lze použít například provádění rtg snímku srdce a plic u pacientů určité ambulance. Znamená to tedy, že

každému pacientovi konkrétní ambulance je proveden snímek plic, bez ohledu na obtíže, diagnózu. Dalším příkladem je opakované provádění CT vyšetření pacientovi, který má diagnostikované onemocnění, které je léčeno určitým lékem, avšak provedení CT vyšetření na léčebné metodě nic nezmění. (Súkupová, 2018; Nekula, 2005)

Z řad expertů zaznívá, že až 30 % rtg výkonů je špatně indikovaných. Z toho vyplývá, že tyto výkony jsou nezdůvodněné a neměly by být tedy provedeny. Přesto tato nezdůvodněná vyšetření jsou často provedena z důvodu, že kontraindikace z řad radiologů je velmi obtížná. Radiologové však velmi často kontaktují indikující lékaře, aby lékaři radiologovi zdůvodnili toto vyšetření, což je poznatek velmi pozitivní. (Súkupová, 2018)

Dnes existují podpůrné materiály pro indikující lékaře, které se zabývají indikacemi a kontraindikacemi pro rtg výkony. V České republice máme dokument *Indikační kritéria pro zobrazovací metody*, který vyšel ve Věstníku Ministerstva zdravotnictví v roce 2003. Můžeme si domyslet, jak lékaři přistupují k takto starému, dalo by se říci neaktuálnímu, dokumentu. Avšak lékaři mají možnost vycházet ze zahraničních doporučení nebo guidelines některých organizací. Jako příklad lze uvést *American of Radiology* nebo *Evropskou komisi*. (Súkupová, 2018)

### 2.1.2 Princip optimalizace

Princip optimalizace spočívá v tom, že se snažíme použít co nejnižší dávku, kterou lze použít na určitý výkon. Tato dávka však musí být dostačující pro daný výkon. Můžeme si to přiblížit na rtg snímku. Musíme použít co nejnižší dávku, ale snímek musí být dostatečně kvalitní, abychom získali požadovanou diagnostickou informaci. Na tomto příkladu vidíme, že musíme použít sice co nejnižší dávku, ale dávka nesmí být nízká natolik, aby zabránila kvalitního vyhodnocení vyšetření. (Súkupová, 2018)

Často se tento princip označuje jako princip ALARA, což je zkratka z anglického: „As Low As Reasonably Achievable“. Toto lze přeložit jako: „tak nízká (myšleno ozáření), jak lze rozumně dosáhnout“, což nám říká to samé, co jsme si popsali o odstavci výše. (Hušák, 2009)

Pro princip optimalizace je důležité také zavedení, používání a pravidelná revize takzvaných diagnostických referenčních úrovní. Ty nám udávají referenční úrovně dávek pro jednotlivá radiodiagnostická vyšetření a intervenční výkony. (Súkupová, 2018)

Princip optimalizace můžeme shrnout tak, že velikost individuálních dávek, pravděpodobnost ozáření a počet jednotlivců vystavených ozáření byly na co nejnižší úrovni s přihlédnutím k současným odborným znalostem a hospodářským faktorům. (Súkupová, 2018)

### **2.1.3 Princip limitování**

Pro lékařské ozáření nejsou stanoveny žádné dávkové limity, protože se předpokládá, že zde budou dodržovány principy zdůvodnění a optimalizace. Právě první zmíněný princip je zde podstatný. Protože pokud pacient daný výkon potřebuje, nemůže být zde uplatněn princip limitování. Představa, že by přišel do nemocnice pacient s podezřením na krvácení do mozku a nebylo mu provedeno CT vyšetření z důvodu, že překročil limit, je nemyslitelná. (Súkupová, 2018; Hušák, 2009)

Tento princip však platí pro pracovníky v lékařství, ostatní radiační pracovníky, žáky a studenty. Zde jsou stanoveny jasné limity, které nesmějí být přesaženy. Více o limitech pro radiační pracovníky a žáky a studenty v kapitole 2.2.1.1. (Súkupová, 2018)

### **2.1.4 Princip bezpečnosti zdrojů**

Cílem principu bezpečnosti zdrojů je zabezpečení zdrojů ionizujícího záření tak, aby za předvídatelných podmínek nemohlo dojít ke ztrátě kontroly nad těmito zdroji. To znamená, že musí být zabezpečeny tak, aby nemohlo dojít k jejich odcizení nebo užití jich nepovolanými osobami a také musí být zajištěna jejich stabilita a spolehlivost. Za tímto účelem je před prvním použitím prováděna přijímací zkouška a následně v určitých intervalech jsou prováděny zkoušky dlouhodobé stability a zkoušky provozní stálosti. (Súkupová, 2018 ; Hušák, 2009)

## **2.2 Způsoby radiační ochrany před ionizujícím zářením**

Ochrana před ionizujícím zářením má tři hlavní pilíře, a to: ochrana časem, vzdáleností a stíněním. Toto se uplatňuje jak pro zdravotnický personál, pro pacienta, tak i pro další radiační pracovníky či studenty. (Súkupová, 2018)

## **2.2.1 Radiační ochrana pracovníků v radiodiagnostice**

Co se týče ochrany pracovníků v radiodiagnostice (lékaři, radiologičtí asistenti, zdravotní sestry, radiologičtí fyzici a jiní) je podstatné uvědomit si co je zdrojem záření. Ve většině případů se totiž nejedná o primární záření, nýbrž záření sekundární. To znamená, že pro tyto pracovníky není zdrojem rentgenka, ale pacient. Výjimku tvoří lékaři, kteří buďto musí nebo omylem vloží ruce do primárního rtg svazku. Sekundární, neboli rozptýlené záření vzniká interakcí fotonů primárního svazku s různými látkami, kam jednoznačně patří i člověk na kterém je prováděn určitý radiodiagnostický výkon. Proto pracovníci v radiodiagnostice se musí chránit především před tímto rozptýleným záření. (Súkupová, 2018; Hušák, 2009)

Co se týče ochrany časem, zde platí jednoduché pravidlo. Čím kratší expozice je, tím lépe. Zde je důležité si uvědomit, že tímto nechrání pracovníci v radiodiagnostice pouze sebe, ale také pacienta. U ochrany vzdáleností je potřeba se od zdroje, v tomto případě od pacienta, držet v co možná největší vzdálenosti. Dávkový příkon rentgenového záření klesá se čtvercem vzdálenosti od zdroje. U ochrany stíněním se buďto využívá stavebních prvků, kdy personál odejde z místnosti, nebo různými stínícími pomůckami. Efektivnější samozřejmě je odejít z místnosti, kde probíhá expozice, ale bohužel to není vždy možné. Proto se užívají ochranné pomůcky, jako jsou závěsná stínění nebo mobilní zástěny a dále osobní ochranné pomůcky jako jsou zástěry, límce, brýle a rukavice. (Súkupová, 2018)

### **2.2.1.1 Limitování a monitorování dávek radiačních pracovníků**

Pro radiační pracovníky jsou stanoveny limity, které jsou nastaveny tak, aby nedošlo k více než jednomu výskytu stochastických účinků na 10 000 pracovníků za rok. Tento poměr odpovídá „bezpečnému“ zaměstnání. Zároveň jsou tyto limity nastaveny tak, aby nedošlo ke vzniku účinkům deterministickým. (Súkupová, 2018)

Tabulka 2.1 nám názorně ukazuje limity pro radiační pracovníky, ale i limity obecné a limity pro žáky a studenty, které zde jsou pro srovnání. Limity pro žáky a studenty starších 18-ti let, kteří jsou v rámci studia povinni pracovat se zdrojem ionizujícího záření, jsou však shodné jako pro radiační pracovníky. (Atomový zákon, 2016)

Tabulka 3: Limity dávek ionizujícího záření

	Limity		
	Obecné	Pro radiační pracovníky	Pro žáky a studenty
<b>Efektivní dávka za rok</b>	1 mSv	20 mSv	6 mSv
<b>Ekvivalentní dávka pro oční čočku za rok</b>	15 mSv	50 mSv	15 mSv
<b>Ekvivalentní dávka pro oční čočku za 5 po sobě jdoucích let</b>	-	100 mSv	-
<b>Průměrná ekvivalentní dávka na 1cm<sup>2</sup> kůže za rok</b>	50 mSv	500 mSv	150 mSv
<b>Ekvivalentní dávka pro ruce a nohy za rok</b>	-	500 mSv	150 mSv

Zdroj: vlastní

**Efektivní dávka za rok** znamená, že součet efektivních dávek ze zevního ozáření a úvazků efektivních dávek z vnitřního ozáření nesmí překročit stanovený limit 20 mSv za rok nebo hodnotu schválenou Úřadem podle § 63 odst. 4 atomového zákona. Nejvýše však smí být 100 mSv za 5 po sobě jdoucích let a současně 50 mSv za jeden kalendářní rok. **Ekvivalentní dávka pro oční čočku za rok** nesmí překročit hodnotu 50 mSv za rok, zároveň však nesmí překročit 100 mSv za 5 po sobě jdoucích let. **Průměrná ekvivalentní dávka na 1cm<sup>2</sup> kůže za rok** nesmí překročit hodnotu 500 mSv za rok bez ohledu na velikost ozářené plochy. **Ekvivalentní dávka pro ruce a nohy za rok** znamená, že maximální obdržená dávka pro ruce (od konečků prstů až po předloktí) a nohy (od chodidel až po kotníky) nesmí překročit 500 mSv. (Atomový zákon, 2016)

Monitorování dávek u radiačních pracovníků musí být soustavné, proto se využívá monitorování trojího typu. A to monitorování pracoviště, osobní monitorování a na odděleních nukleární medicíny ještě monitorování odpadních vod obsahující radioaktivní látky. (Hušák, 2009)

## 2.2.2 Radiační ochrana pacientů v radiodiagnostice

Radiační ochrana pacientů v radiodiagnostice je založená na stejných principech jako ochrana pracovníků, avšak není totožná. Co můžeme vnímat jako totožné je ochrana časem. Jak bylo zmíněno výše, čas expozice je potřeba snížit na co nejkratší dobu, avšak samozřejmě ne na úkor získání požadovaného výsledku. Tímto zajistíme ochranu jak pro

pacienta, tak i pro personál. Co se týče ochrany vzdáleností, tak tato ochrana se u pacientů nevyužívá. Oproti tomu ochrana stíněním zde hraje velmi důležitou roli. Na skiagrafických pracovištích nalezneme různé stínící pomůcky. Ať už se jedná o zástěry, límce či vykrývače gonád, vždy by mělo jít o pomůcky doplňkové ke kolimaci, neboli clonění. Clonění je neodmyslitelnou součástí snímkování. Ne jenomže chrání pacienta před větší dávkou záření, ale také ovlivňuje výslednou kvalitu snímku. Platí zde jednoduchý poměr. Čím více kolimujeme, tím méně záření vnikne do pacienta, tím méně sekundárního záření vznikne a tím menší bude šum na výsledném snímku. (Súkupová, 2018; Hušák, 2009)

# PRAKTICKÁ ČÁST

## 3 Problematika

Využívání radiodiagnostických metod ve vyspělých zemích světa neustále stoupá, protože jejich využití pro diagnostiku, ale i léčbu onemocnění je nepostradatelná. Na vzestupu je i používání internetu, kde se laická veřejnost může setkat s nepravdivými informacemi od neoborníků. Různé diskuze, které nejsou moderovány odborníky, mohou mít za následek šíření nepravd a dezinformací ohledně rizika spojeného s vyšetřeními, které používají ionizující záření. Dalším problémem může být, že dezinformace se veřejností mohou šířit sami, dezinformace mohou být problémem nejenom pro pacienty, kteří se mohou zbytečně obávat vyšetření, ale mohou být i problémem pro lékaře, a to z důvodu, že pacient má vždy právo odmítnout vyšetření nebo zákrok. Lékař posléze musí pacientovi vysvětlit riziko a přesvědčovat ho pro dané vyšetření, což vede k prodloužení doby strávené s pacientem, a to není žádoucí pro už tak přetížený zdravotnický systém, který v posledních letech zaznamenává velké nedostatky personálu.

### 3.1 Výzkumný problém

Laická veřejnost se často mylně domnívá, že počet radiodiagnostických vyšetření je limitován, že vyšetření s použitím ionizujícího záření je spojeno s velkým rizikem, nebo že pokud si zapomenou odložit například náušnice, tak dostanou mnohem větší dávku. Často se také obávají vyšetření s použitím rentgenu.

V dotazníkovém šetření se budeme snažit zjistit, jak moc jsou tyto nepravdy rozšířeny a jak moc se veřejnost obává vyšetření s použitím X-záření. Budeme klást takové otázky, které nám pomohou objasnit do jaké míry je veřejnost informována o radiační zátěži při radiodiagnostických vyšetřeních.



### **3.2 Cíle práce**

K výzkumnému problému jsme stanovili následující cíle:

C1: Zjistit, zda je veřejnosti známo, že pro lékařské ozáření nejsou stanoveny žádné limity.

C2: Zjistit, zda má úroveň vzdělání vliv na míru informovanosti ohledně radiační zátěže.

C3: Zjistit, zda počet vyšetření rentgenem má vliv na obavu z nich.

### **3.3 Předpoklady**

Ke stanoveným cílům máme tyto předpoklady:

P1: Předpokládáme, že veřejnosti není známo, že lékařské ozáření nemá limity.

P2: Předpokládáme, že více informovaní budou lidé s vyšším vzděláním.

P3: Předpokládáme, že lidé, kteří podstoupili více vyšetření rentgenem, se budou méně obávat.

## **4 Metodika**

Ke zjištění potřebných informací a zajištění potřebného množství dat jsme zvolili kvantitativní metodu šetření formou dotazníků. Z dotazníkového šetření jsme vyloučili osoby mladší 15 let z etických důvodů a z důvodu validity dat. Dále jsme z šetření vyloučili osoby, které studují obory se zaměřením na radiodiagnostiku z důvodu, že toto šetření je zaměřeno na laickou veřejnost. Šetření je tedy zaměřeno na všechny osoby starších 15 let bez rozdílu pohlaví. Většina otázek je uzavřených a povinných, jedna otázka je filtrační, kdy na následující otevřenou otázku odpovídá pouze část respondentů.

Výzkumné šetření probíhalo v období 1. 11. 2017 až 31. 1. 2019. Dotazníky byly administrovány osobně v Plzni na Náměstí republiky, v prostranství V sadech Pětatřicátníků a v prostranství před FN Plzeň, kde bylo osloveno 237 respondentů, s dotazníkem souhlasilo 71 respondentů. Dále byla prosba o vyplnění dotazníku umístěna online, kde dotazník vyplnilo 155 respondentů. Vyloučili jsme 3 dotazníky vyplněných osobami mladších 15 let a 14 dotazníků vyplněných osobami, které studují obor se zaměřením na radiodiagnostiku.

### **4.1 Vzorek respondentů**

Respondenti byli vybíráni zcela náhodně pro co největší reliabilitu dat, k tomu také přispělo umístění dotazníku online, kde odpadl lidský faktor pro oslovování respondentů.

### **4.2 Interpretace výsledků**

Získané informace jsme zpracovali po jednotlivých otázkách a dále jsme zkoumali procento správných odpovědí, a to jak celkově, tak pro respondenty s různou úrovní vzdělání.

U otázky č. 9 jsme přistupovali k jakékoliv odpovědi, kromě ne, že určitá obava panuje a dále sledovali její míru a důvod. Dále jsme sledovali závislost počtu vyšetření s použitím rentgenu za poslední rok a obav z těchto vyšetření.

## 5 Výsledky

### 5.1 Oblast ke kategorizaci tazatelů

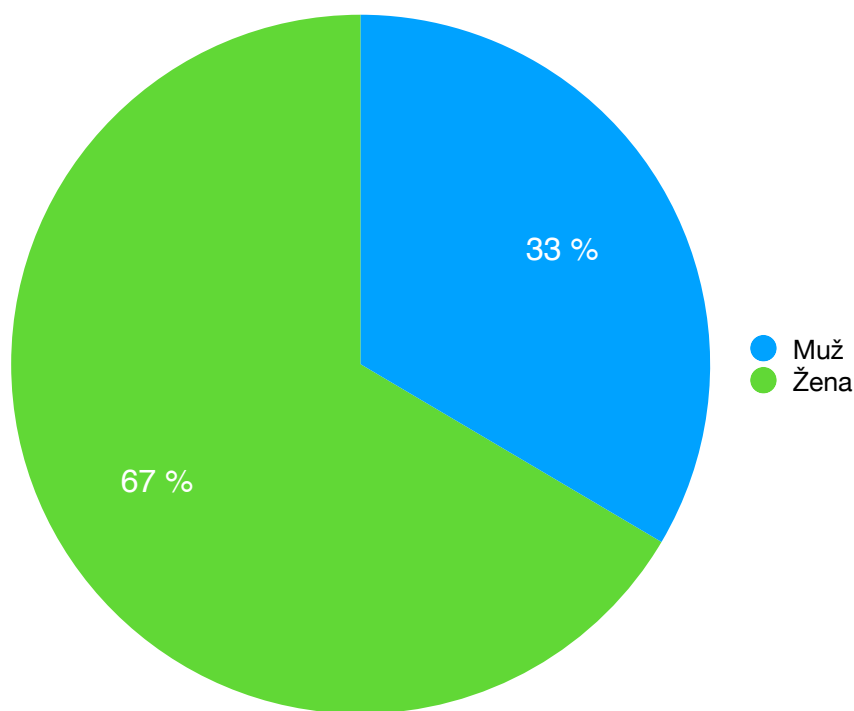
#### Otázka č. 1: Jaké je Vaše Pohlaví?

Tabulka 4: Pohlaví respondentů

Pohlaví	Počet respondentů
Muž	70
Žena	139

Zdroj: vlastní

Graf 1: Pohlaví respondentů



Zdroj: vlastní

V této otázce jsme zjišťovali pohlaví respondentů. Z 209 respondentů bylo 67 % ženského pohlaví a 33 % mužského pohlaví. Můžeme se z tohoto domnívat, že ženy jsou vstřícnější k vyplňování dotazníků nebo toto mohlo být u respondentů oslovených osobně ovlivněno osobními preferencemi tazatele.

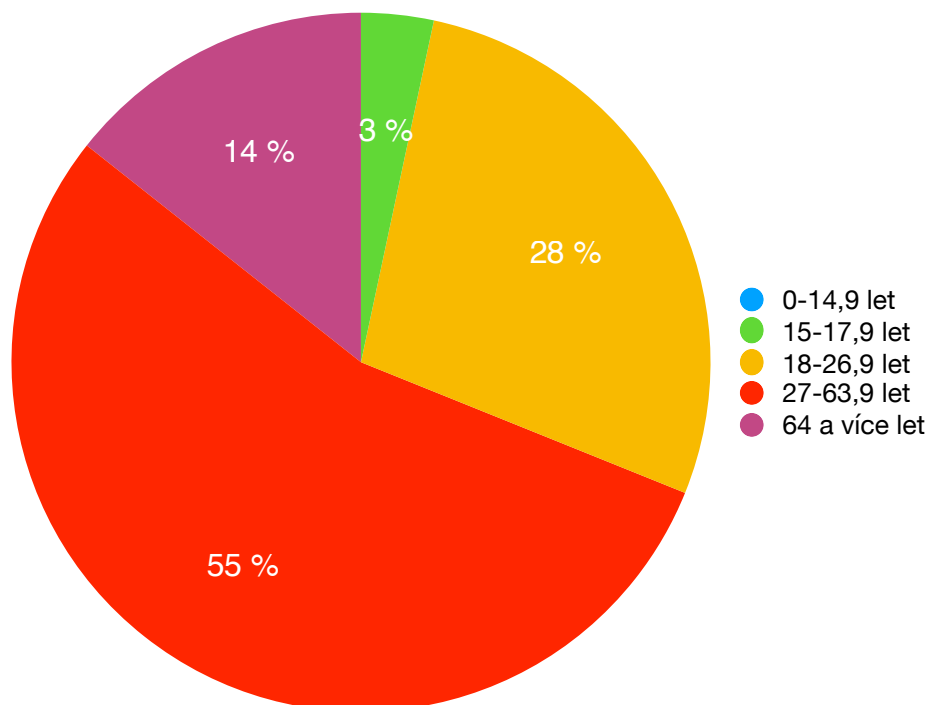
## Otázka č. 2: Do jaké věkové kategorie patříte?

Tabulka 5: Věkové kategorie respondentů

Věková kategorie	Počet respondentů
0-14,9 let	0
15-17,9 let	7
18-26,9 let	58
27-63,9 let	114
64 a více let	30

Zdroj: vlastní

Graf 2: Věkové kategorie respondentů



Zdroj: vlastní

V této otázce jsme zjišťovali do jaké věkové kategorie respondent spadá. Z 209 respondentů jsou 3 % respondentů ve věku 15-17,9 let, 28 % respondentů ve věku 18-26,9 let, 55 % respondentů ve věku 27-63,9 let a 14 % respondentů starších 64 let.

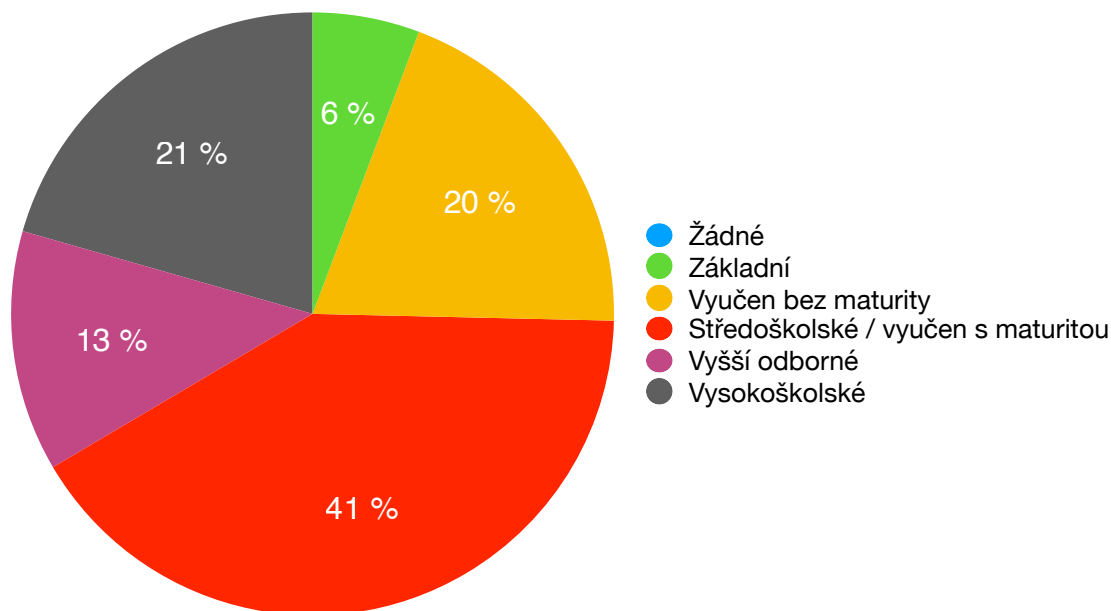
### Otázka č. 3: Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?

Tabulka 6: Vzdělání respondentů

Úroveň vzdělání	Počet respondentů
Žádné	0
Základní	12
Vyučen bez maturity	41
Středoškolské / vyučen s maturitou	86
Vyšší odborné	27
Vysokoškolské	43

Zdroj: vlastní

Graf 3: Vzdělání respondentů



Zdroj: vlastní

V této otázce jsme zjišťovali jaké nejvyšší dosažené vzdělání respondent dosáhl. Z 209 respondentů má 6 % základní vzdělání, 20 % je vyučených bez maturity, 41 % má středoškolské vzdělání nebo jsou vyučeni s maturitou, 13 % má vyšší odborné vzdělání a 21 % má vysokoškolské vzdělání.

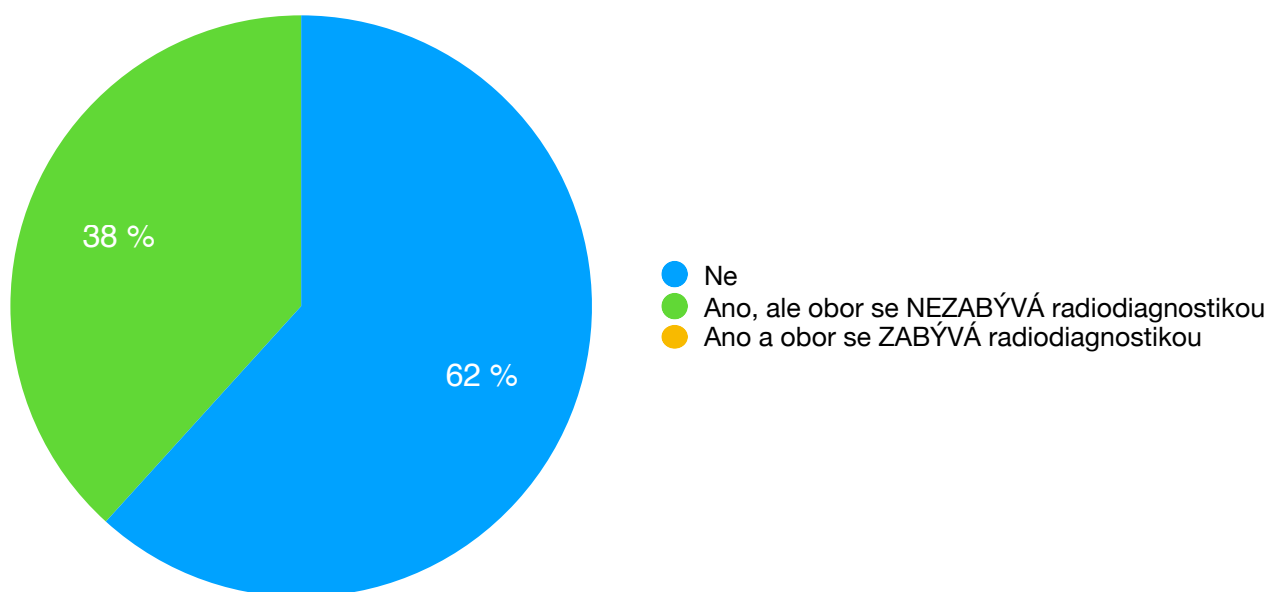
#### Otázka č. 4: Dokončil/a jste nebo studujete školu se zdravotnickým zaměřením?

Tabulka 7: Zdravotnické vzdělání respondentů

Zdravotnické vzdělání	Počet respondentů
Ne	129
Ano, ale obor se NEZABÝVÁ radiodiagnostikou	80
Ano a obor se ZABÝVÁ radiodiagnostikou	0

Zdroj: vlastní

Graf 4: Zdravotnické vzdělání respondentů



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů 62 % nestuduje ani nestudovalo školu se zdravotnickým zaměřením a 38 % respondentů studuje školu se zdravotnickým zaměřením, ale takový obor, který se přímo radiodiagnostikou nezabývá. Tato otázka nám sloužila jako filtrační, kdy jsme vyřadili z dotazníkového šetření respondenty, kteří studují obor zabývající se radiodiagnostikou.

## 5.2 Oblast ke zjištění informovanosti veřejnosti

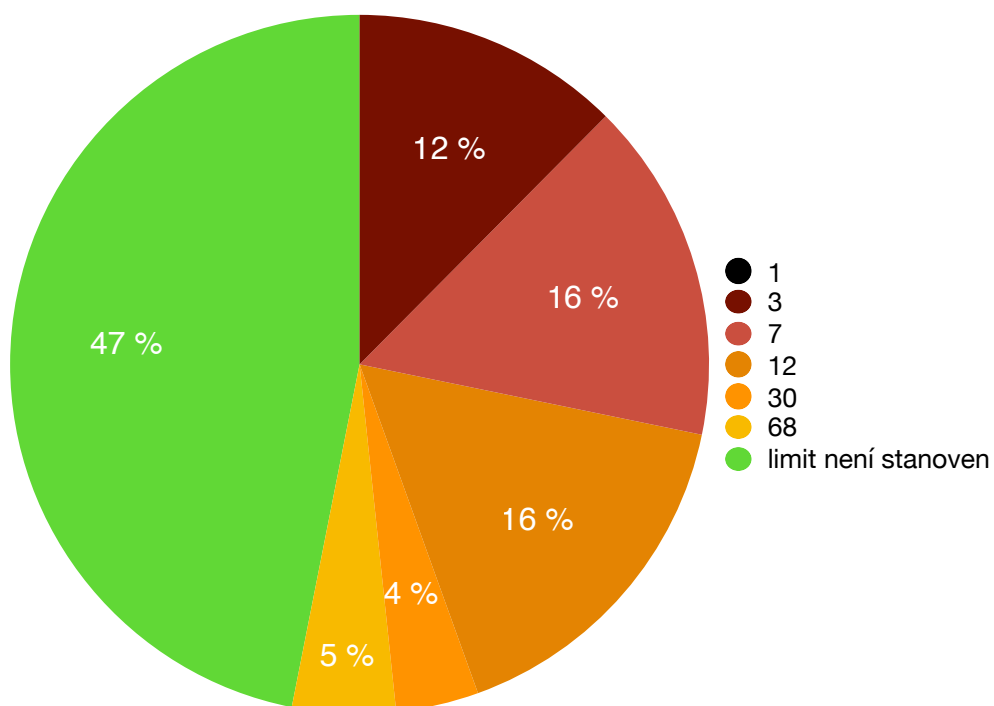
### Otázka č. 5: Jaký si myslíte, že je maximální počet rentgenů plic na jednoho pacienta za rok?

Tabulka 8: Maximální počet rentgenů plic

Jaký si myslíte, že je maximální počet rentgenů plic na jednoho pacienta za rok?	Počet respondentů
1	0
3	26
7	33
12	34
30	8
68	10
limit není stanoven	98

Zdroj: vlastní

Graf 5: Maximální počet rentgenů plic



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů 47 % odpovědělo správně, že limit na počet rentgenů plic na pacienta za rok není stanoven. Jak víme, limity se na lékařské ozáření nevztahují a proto je toto jediná správná odpověď. Celkem zajímavé je, že nikdo z dotazovaných neodpověděl, že maximální počet počet rentgenů plic je 1 za rok. Může to být z důvodu, že toto vyšetření je běžné a respondentům známé, nebo to může být zapříčiněno pouze tím, že se respondenti domnívají, že by to byl moc malý limit. 53 % respondentů špatně uvedlo nějaký maximální počet rentgenů plic, a to 12% uvedlo 3 RTG za rok, 16% 7 RTG za rok, shodně 16 % uvedlo 12 RTG za rok, 4 % uvedli 30 RTG za rok a 5 % uvedlo 68 RTG za rok.



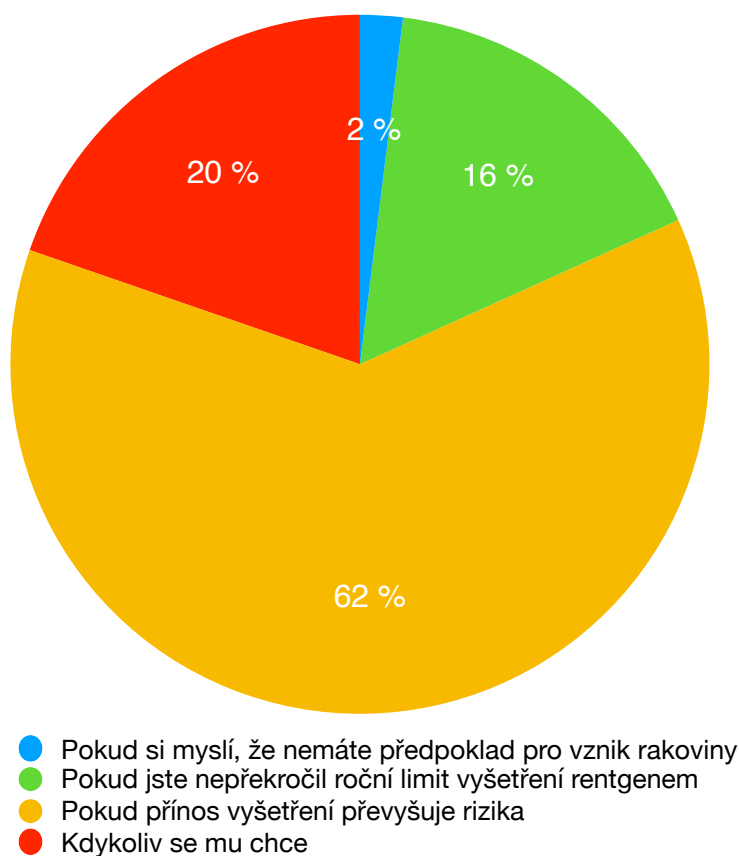
## Otázka č. 6: Kdy si myslíte, že Vás lékař může poslat na vyšetření rentgenem?

Tabulka 9: Indikace vyšetření rentgenem

Odpověď	Počet respondentů
Pokud si myslí, že nemáte předpoklad pro vznik rakoviny	4
Pokud jste nepřekročil roční limit vyšetření rentgenem	33
Pokud přínos vyšetření převyšuje rizika	126
Kdykoliv se mu chce	40

Zdroj: vlastní

Graf 6: Indikace vyšetření rentgenem



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů celých 62 % správně odpovědělo, že lékař může indikovat vyšetření s využitím rentgenového záření jen tehdy, pokud přínos vyšetření převyšuje

rizika. Odpověď, že lékař může pacientovi indikovat vyšetření kdykoliv se mu chce označilo 20 % respondentů. 16 % respondentů odpovědělo, že lékař může pacienta poslat na vyšetření pokud nepřekročil limit pro vyšetření rentgenem. Je zajímavé, že toto procento není větší, když u otázky č. 5 odpovědělo 53 % respondentů, že nějaký limit je. Pouhé 2 % respondentů odpovědělo, že lékař může pacienta poslat na vyšetření pokud nemá předpoklad pro vznik rakoviny.

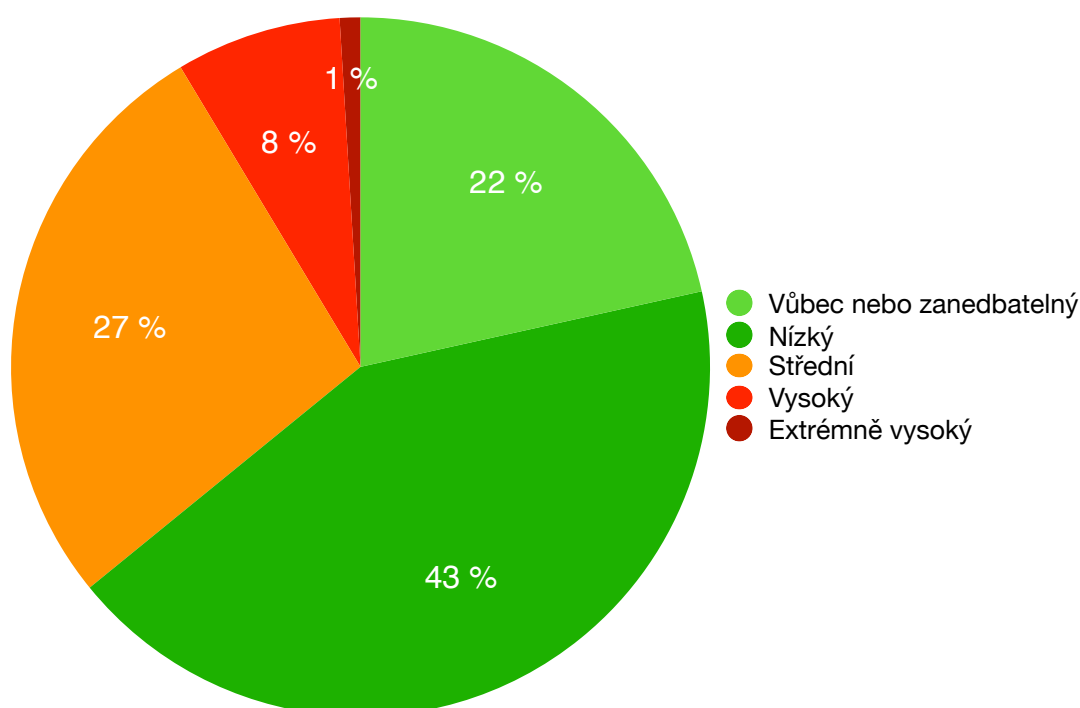
## Otázka č. 7: Jaký je vliv rentgenu všech zubů (takzvaný OPG) na štítnou žlázu?

Tabulka 10: Vliv OPG na štítnou žlázu

Odpověď	Počet respondentů
Vůbec nebo zanedbatelný	45
Nízký	89
Střední	57
Vysoký	16
Extrémně vysoký	2

Zdroj: vlastní

Graf 7: Vliv OPG na štítnou žlázu



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů odpovědělo 22 % respondentů, že vliv OPG na štítnou žlázu není žádný nebo zanedbatelný. Pouze tuto odpověď lze považovat za správnou, jelikož efektivní dávky při OPG se pohybují mezi 0,003 a 0,030 mSv. Jakékoliv ozáření s efektivní dávkou nižší než 0,1 mSv je považováno jako ozáření s rizikem zanedbatelným. Za nízké riziko se považují efektivní dávky až v rozmezí 10 a 100 mSv. Avšak pro laickou veřejnost může být těžké rozpoznat rozdíl mezi rizikem nízkým nebo zanedbatelným, proto jsme se rozhodli považovat i odpověď „Nízký” za správnou. Což nám poslouží pro pozdější sledování úspěšnosti, kdy budeme sledovat počet správných odpovědí. To že je

vliv OPG na štítnou žlázu nízký odpovědělo 43 % respondentů, 27 % odpovědělo, že vliv je střední, 8 % respondentů, že vliv je vysoký a 1 % respondentů odpovědělo, že je vliv extrémně vysoký.

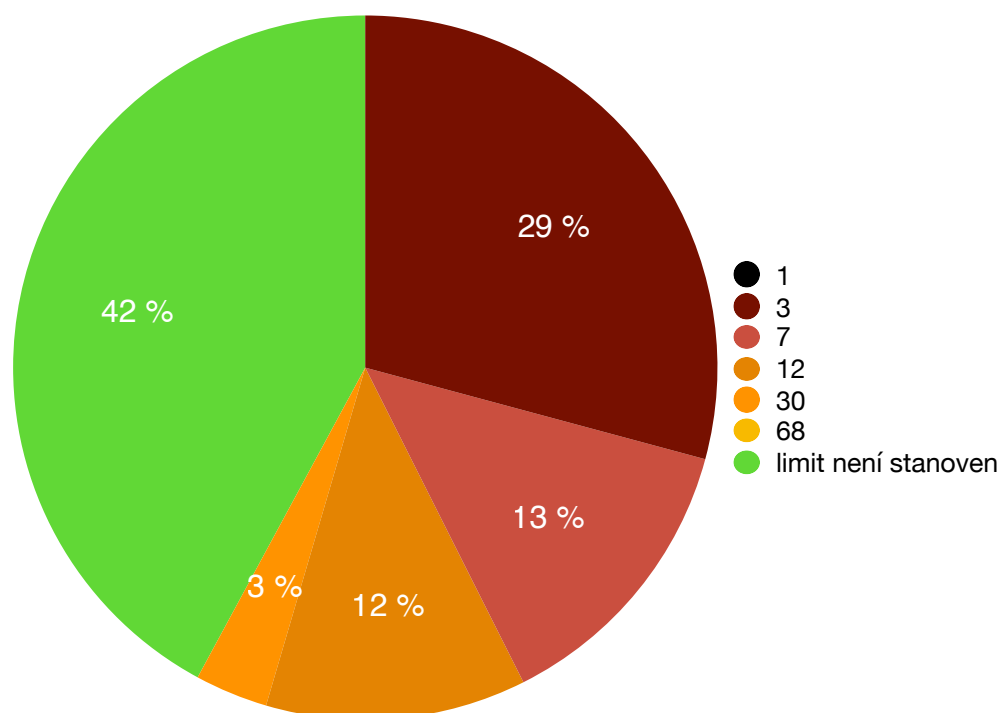
**Otázka č. 8: Jaký si myslíte, že je maximální počet CT vyšetření na jednoho pacienta za rok?**

Tabulka 11: Maximální počet CT za rok

Jaký si myslíte, že je maximální počet CT (počítačová tomografie) vyšetření na jednoho pacienta za rok?	Počet respondentů
1	0
3	61
7	28
12	25
30	7
68	0
limit není stanoven	88

Zdroj: vlastní

Graf 8: Maximální počet CT za rok



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů odpovědělo správně 42 %, tak že limit pro CT vyšetření není stanoven. Opět je důležité si zde připomenout, že limity se nevztahují na lékařské ozáření. U této otázky odpovědělo správně ještě o 5 % méně respondentů než u otázky č. 5. Může to být způsobeno tím, že respondenti vnímají vyšetření počítačovou tomografií jako více nebezpečné oproti rentgenu plic. Víme, že při CT vyšetření pacient obdrží větší dávku než u rentgenu plic. Srovnání jednotlivých vyšetřeních jsme provedli v kapitole 1.4.3. Avšak i přesto riziko vyšetření počítačovou tomografií je velmi nízké až nízké v závislosti na druhu vyšetření.

**Otázka č. 11: Proč si myslíte, že si musíte odkládat kovové předměty (náušnice, řetízky,...) při vyšetření s rentgenovým zářením (CT/RTG)?**

Tabulka 12: Důvod odkládání kovových předmětů

Proč si myslíte, že si musíte odkládat kovové předměty (náušnice, řetízky, ...) při vyšetření s rentgenovým zářením (CT/RTG)?	Počet respondentů
Kovové předměty zvyšují dávku pro pacienta	28
Kovové předměty ztěžují vyhodnocení vyšetření (stín, artefakty)	145
Kovové předměty pohltí záření a následně jej vyzařují	28
Kovové předměty se mohou poničit vlivem záření (oxidace)	6
Kovové předměty nevadí při vyšetření CT/RTG	0

Zdroj: vlastní

Graf 9: Důvod odkládání kovových předmětů



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů správně odpovědělo 70 % respondentů tak, že kovové předměty ztěžují vyhodnocení vyšetření. To je samozřejmě jediná správná odpověď. Nejenže kovové předměty mohou ztížit vyhodnocení vyšetření, mohou ho dokonce znemožnit, poté je třeba vyšetření opakovat a to přináší zbytečně dvojnásobnou radiační dávku pro pacienta. Avšak není to z důvodu, že by kovové předměty dávku zvyšovaly, ale z důvodu nutnosti opakování vyšetření. Že předměty z kovu zvyšují dávku pro pacienta odpovědělo 14 % respondentů, shodně 14 % dotázaných se domnívá, že kovové předměty záření pohltní a následně jej vyzařují. 3 % respondentů si myslí, že kovové předměty si musí pacienti odkládat z důvodu jejich možného poškození díky oxidaci. Naštěstí žádný z respondentů neodpověděl, že tyto předměty nevadí. Vidíme, že informovanost veřejnosti o nutnosti odkládání kovových předmětů je 100 % a 70 % respondentů zná i důvod nutnosti odkládat kovové předměty, což je velmi pozitivní zjištění.



## 5.2.1 Vyhodnocení správných odpovědí

Vzhledem k tomu, že v předchozích otázkách vždy byla jedna z odpovědí označena jako správná, je příhodné zjistit jaká byla úspěšnost mezi respondenty. Dále bude dobré porovnat úspěšnost mezi respondenty s různou úrovní vzdělání. Úspěšnost budeme chápat jako procento správných odpovědí. Úspěšnost jsme sledovali u otázek č. 5, 6, 7, 8 a 11.

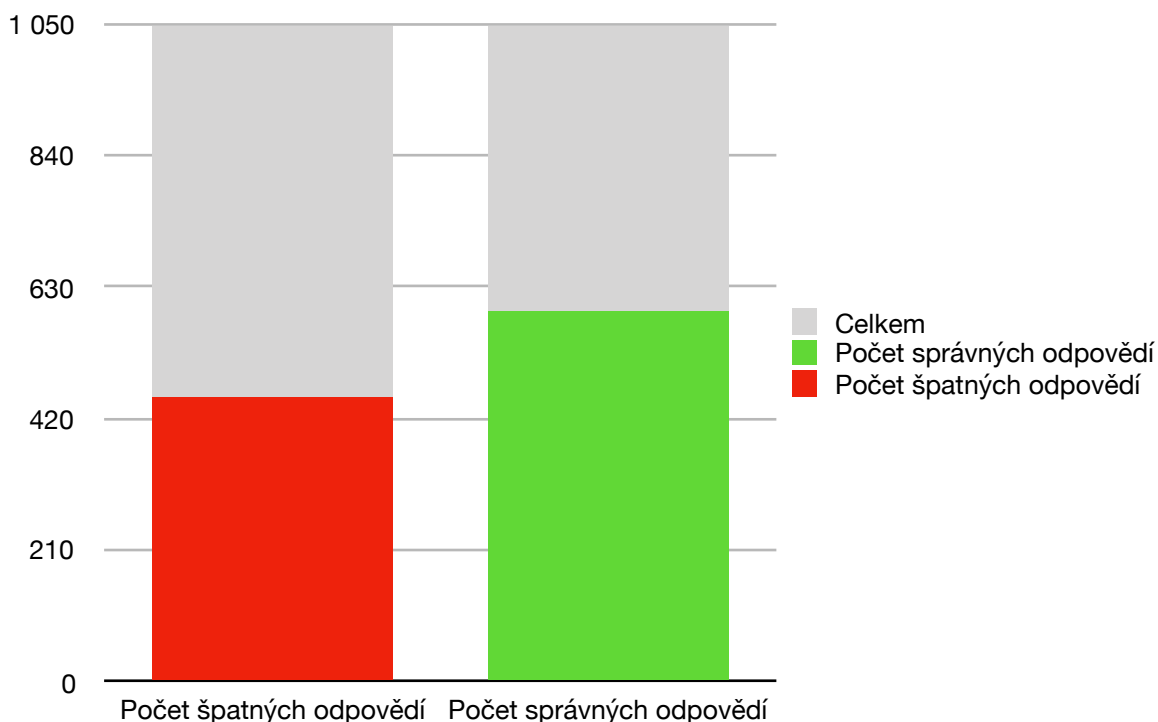
### 5.2.1.1 Celková úspěšnost

Tabulka 13: Celková úspěšnost

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
591	454

Zdroj: vlastní

Graf 10: Celková úspěšnost



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 1045 odpovědí bylo správně 591, což je 57% úspěšnost, a to napříč všemi věkovými kategoriemi, úrovněmi vzdělání a pohlavím. Pokud by nás zajímal počet respondentů, kteří nechybovali ani v jedné otázce, tak takových respondentů bylo 41, což tvoří 20 % respondentů.

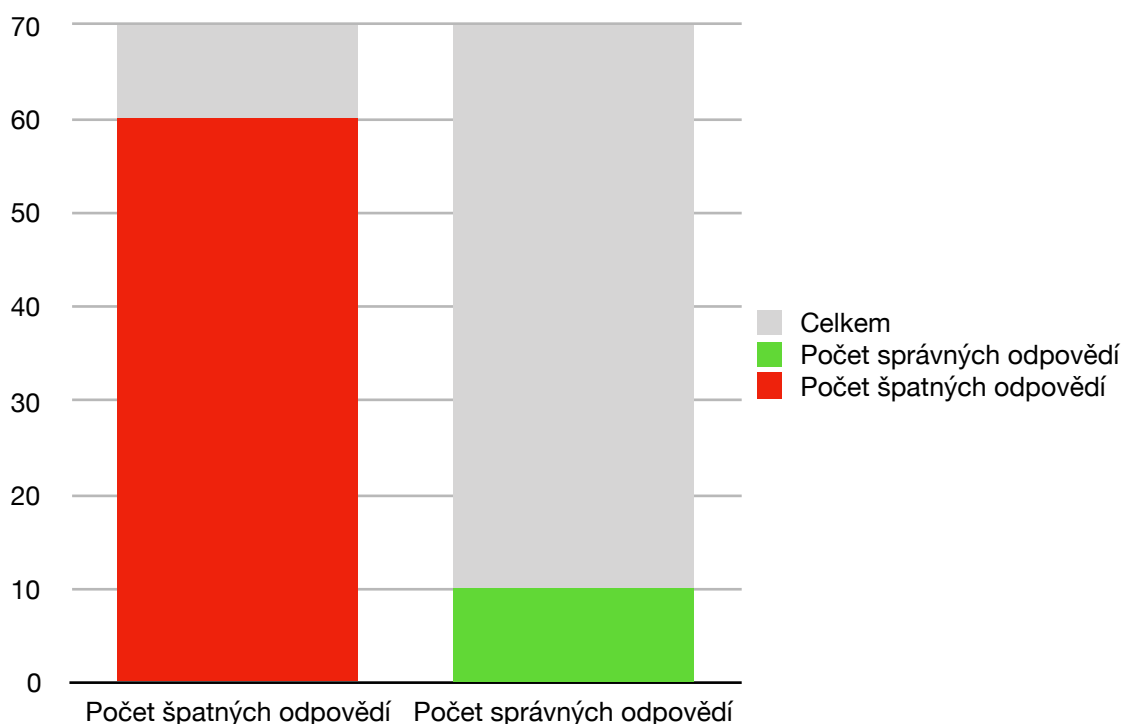
### 5.2.1.2 Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním

Tabulka 14: Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
10	60

Zdroj: vlastní

Graf 11: Úspěšnost u respondentů se základním vzděláním



Zdroj: vlastní

U respondentů se základním vzděláním byla pouze 14% úspěšnost v odpovědích z celkového počtu 70 odpovědí. Respondentů se základním vzděláním bylo celkem 14, což je velmi malý vzorek, tudíž z toho nelze příliš vyvozovat nějaké závěry. Bohužel vzhledem k tomu, že dotazníky byly distribuovány zcela náhodně, nebylo možné ovlivnit kolik respondentů má základní vzdělání. V České republice je, podle dat z roku 2011 při posledním sčítání lidu, 16 % obyvatel se základním vzděláním, avšak v našem dotazníkovém šetření tuto skutečnost uvedlo pouze 6 % respondentů. (18)

Nikdo z respondentů se základním vzděláním neodpověděl na všechny otázky správně.

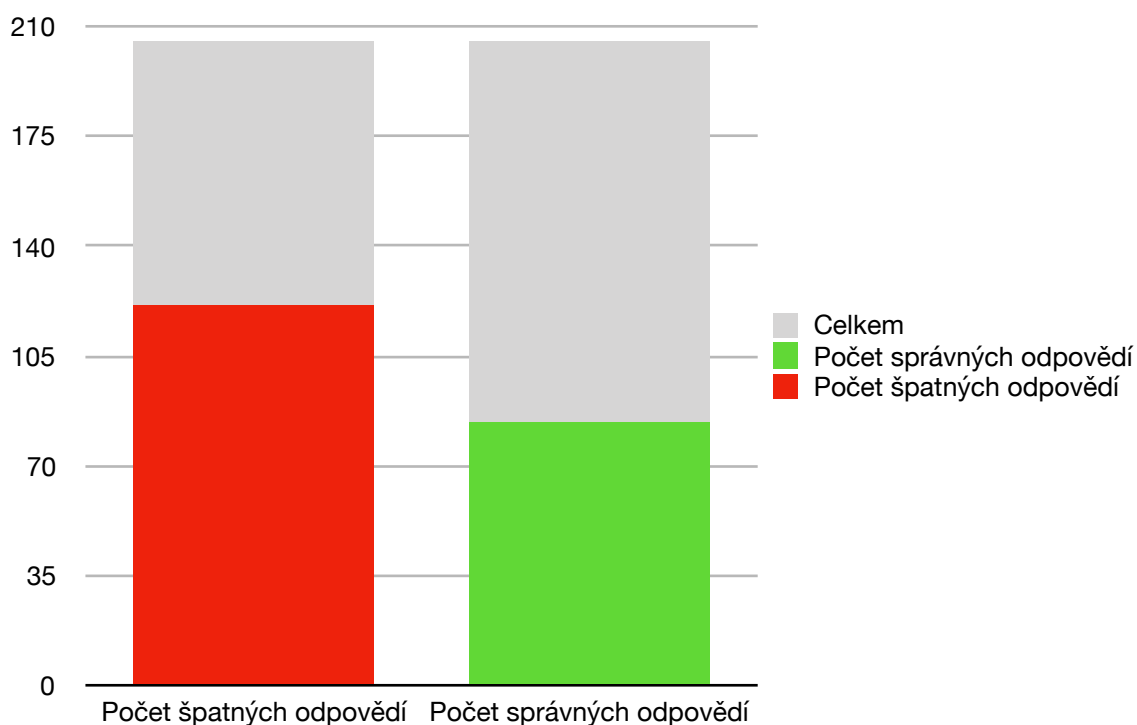
### 5.2.1.3 Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity

Tabulka 15: Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
121	84

Zdroj: vlastní

Graf 12: Úspěšnost u respondentů vyučených bez maturity



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 205 odpovědí u respondentů s vyučením bez maturity jsme zaznamenali 121 správných odpovědí, tedy 59 %, což je ve srovnání s respondenty se základním vzděláním diametrální rozdíl.

Celkem 4 respondenti s vyučením bez maturity odpověděli na všechny otázky dotazníku správně.

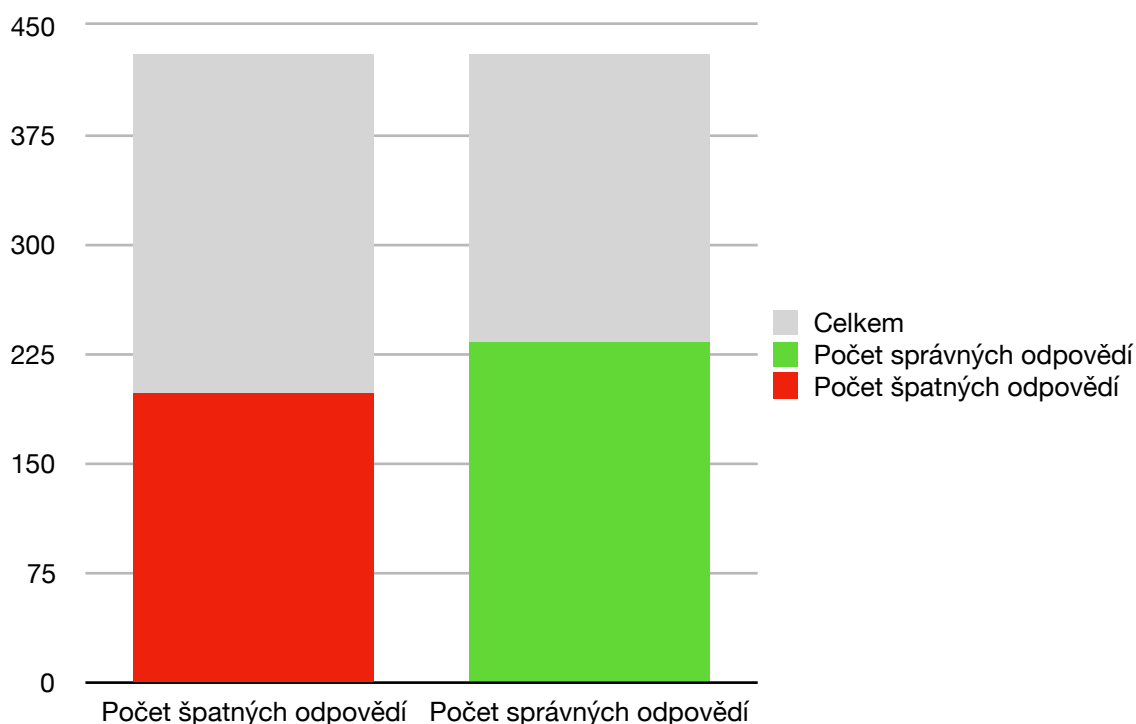
### 5.2.1.4 Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním

Tabulka 16: Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
232	198

Zdroj: vlastní

Graf 13: Úspěšnost u respondentů se středoškolským vzděláním



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 430 zaznamenaných odpovědí bylo správných 54 %, což je přibližně stejná hodnota jako u respondentů s vyučením bez maturity. Oproti respondentům se základním vzděláním je to opět velký rozdíl.

Co zde můžeme vnímat jako velký rozdíl je počet respondentů, kteří odpověděli na všechny otázky správně, kterých bylo 18, což je celých 20 % ze všech respondentů s maturitou.

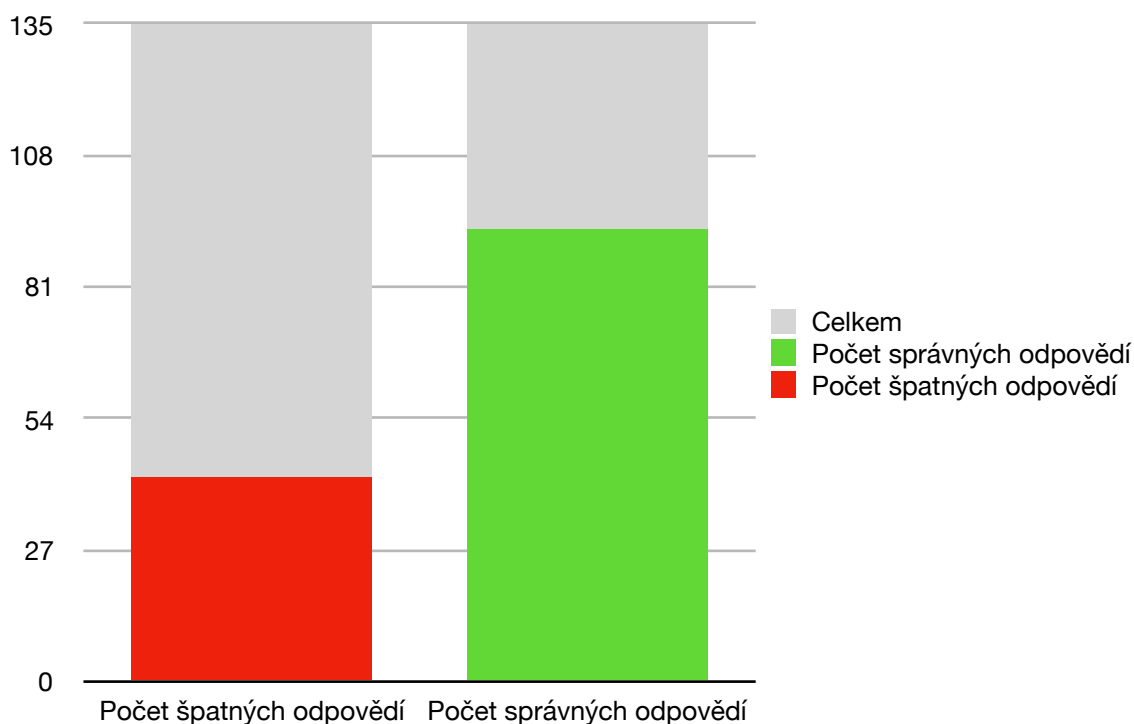
### 5.2.1.5 Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním

Tabulka 17: Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
93	42

Zdroj: vlastní

Graf 14: Úspěšnost u respondentů s vyšším odborným vzděláním



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 135 zaznamenaných odpovědí bylo 69 % správných. Celkem 9 respondentů s vyšším odborným vzděláním odpovědělo na všechny otázky správně, což odpovídá 33 % z těchto respondentů.

Zatím si zde můžeme povšimnout, že předpoklad, že více informovaní budou respondenti s vyšším vzděláním se naplňuje.

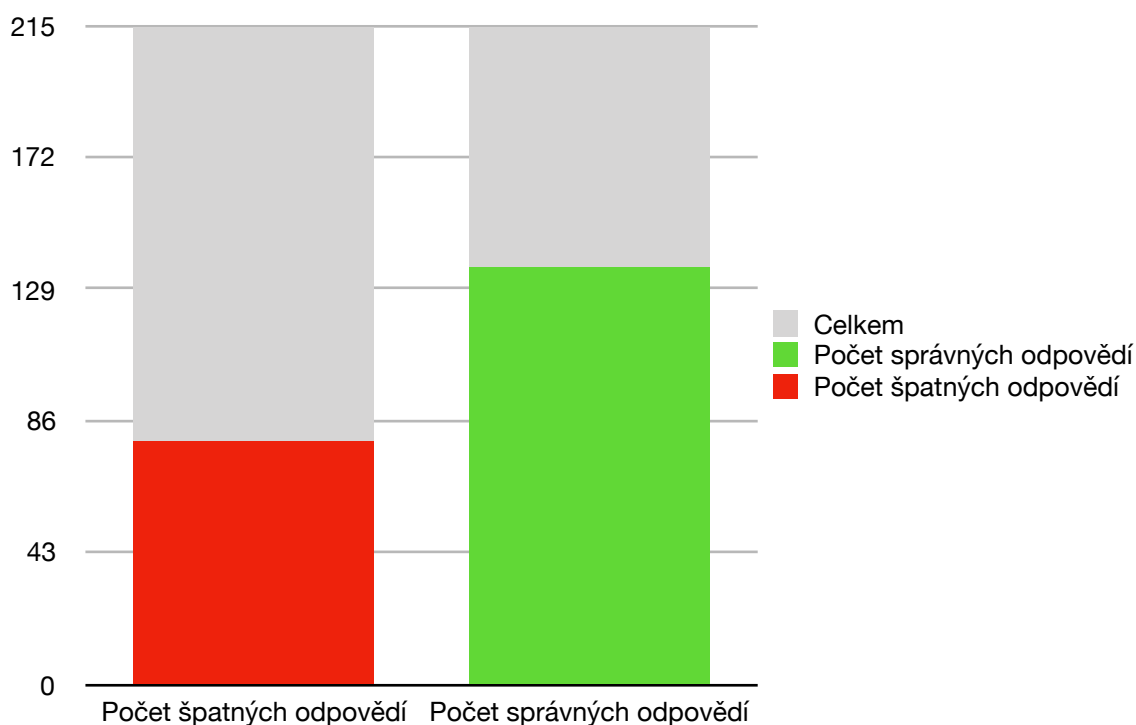
### 5.2.1.6 Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním

Tabulka 18: Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním

Počet správných odpovědí	Počet špatných odpovědí
136	79

Zdroj: vlastní

Graf 15: Úspěšnost u respondentů s vysokoškolským vzděláním



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 215 zaznamenaných odpovědí bylo 63 % správných. Celkem 10 respondentů s vysokoškolským vzděláním, což odpovídá 23 %, odpovědělo na všechny otázky správně.

Zde vidíme, že trend zvyšujícího procenta správných odpovědí se zvyšující se úrovní vzdělání je narušen, jelikož větší procento správných odpovědí jsme zaznamenali u respondentů s vyšším odborným vzděláním. Stále je však úspěšnost vyšší než u respondentů se základním vzděláním, vyučeným respondentům a středoškolsky vzdělaných respondentů. Pokud bychom sloučili respondenty s vyšším odborným a vysokoškolským vzděláním, činila by úspěšnost 65 %, což je více než všechny ostatní úrovně vzdělání.

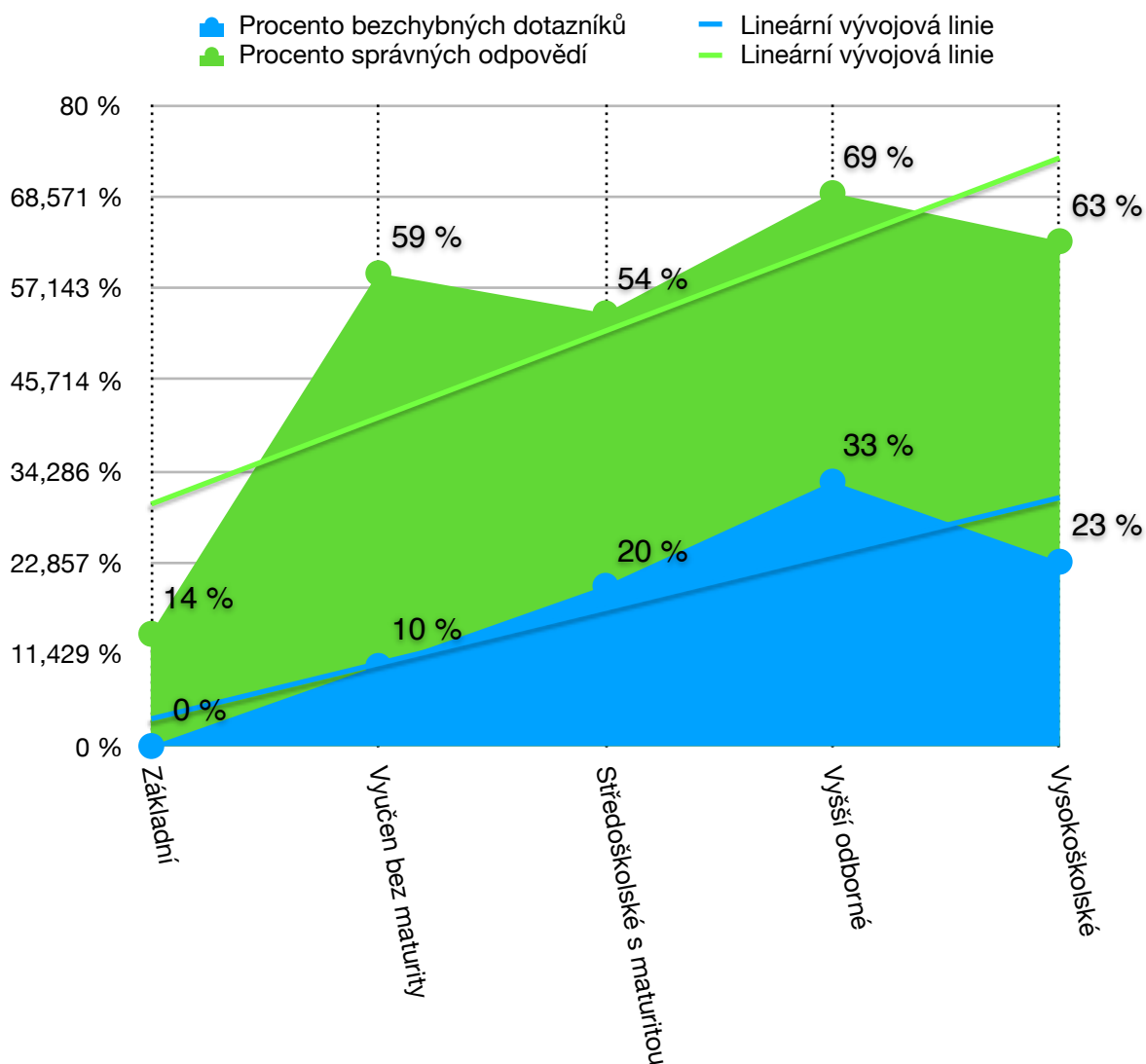
### 5.2.1.7 Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání

Tabulka 19: Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání

Úroveň vzdělání	Procento správných odpovědí	Procento bezchybných dotazníků
Základní	14 %	0 %
Vyučení bez maturity	59 %	10 %
Středoškolské s maturitou	54 %	20 %
Vyšší odborné	69 %	33 %
Vysokoškolské	63 %	23 %

Zdroj: vlastní

Graf 16: Porovnání úspěšnosti mezi jednotlivými úrovněmi vzdělání



Zdroj: vlastní

V grafu si můžeme povšimnout, že obě lineární vývojové linie mají rostoucí tendenci s mírou vzdělání. Zde tedy jasně vidíme, že míra informovanosti se zvyšuje spolu s mírou vzdělanosti respondentů. Přestože zde jsou odchylky u vyučených a vysokoškolsky vzdělaných respondentů, vývojové linie nám znázorňují trend vývoje, který je pro nás podstatný.



### 5.3 Oblast ke zjištění obav u veřejnosti

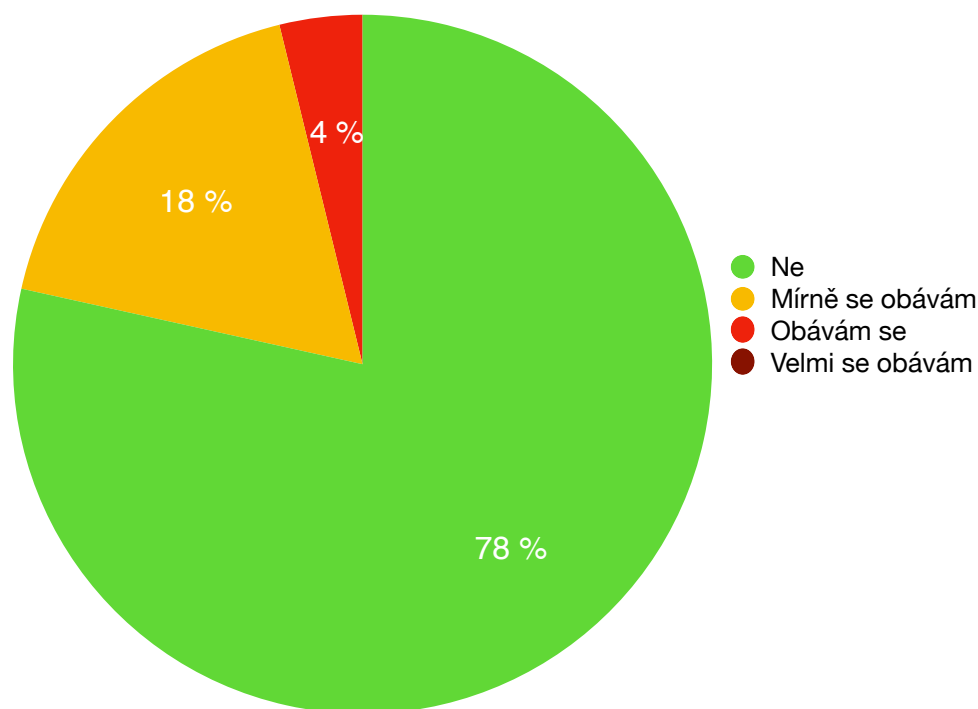
#### Otázka č. 9: Máte obavy z vyšetření rentgenem?

Tabulka 20: Obavy z vyšetření rentgenem

Odpovědi	Počet respondentů
Ne	164
Mírně se obávám	37
Obávám se	8
Velmi se obávám	0

Zdroj: vlastní

Graf 17: Obavy z vyšetření rentgenem



Zdroj: vlastní

Z celkového počtu 209 respondentů se 78 % neobává, 18 % mírně obává, 4 % se obává a 0 % se velmi obává (nikdo se neobává velmi). Vidíme zde, že většina respondentů nemá z vyšetření pomocí rentgenu žádný strach, nebo jej neudává. Tato otázka nám slouží jako filtrační, kdy na následující otázku odpovídali pouze respondenti, kteří neoznčili odpověď „Ne”.

### Otázka č. 10: Z jakého důvodu se obáváte vyšetření rentgenem?

Tato otázka byla otevřená a odpovídali na ni pouze respondenti s nějakou obavou z vyšetření pomocí rentgenu. Odpovědi jsme seskupili do skupin kvůli zpracování dat. Námi vytvořené skupiny jsme vložili do tabulky a přidali k nim počet respondentů.

Tabulka 21: Důvod obav z vyšetření rentgenem

Důvod obav	Počet respondentů	Procento respondentů
Škodlivost záření	12	27 %
Obava z ozáření	7	16 %
Vznik rakoviny	6	13 %
Nadužívání vyšetření rentgenem	5	11 %
Nebezpečnost vyšetření	4	9 %
Dotazovaný neví proč se obává	4	9 %
Poškození buněk	3	7 %
Výsledek vyšetření	2	4 %
Možnost bolestivosti	1	2 %
Neplodnost	1	2 %

Zdroj: vlastní

Vzhledem k tomu, že se jednalo o otevřenou otázku, tak jsme nevytvářeli graf, z důvodu rozmanitosti odpovědí. Můžeme si však povšimnout, že 27 % respondentů, kteří mají určitou obavu z vyšetření rentgenem uvedlo, že má obavu ze škodlivosti záření, 16 % má obavu z ozáření, 13 % se obává vzniku rakoviny, 11% má obavu z nadužívání vyšetření pomocí rentgenu, 9 % se obává nebezpečnosti vyšetření, shodně 9 % neví důvod obav, 7 % se obává poškození buněk, 4 % se obávají výsledku vyšetření, 2 % se obávají možné bolesti během vyšetření a 2% se obávají možné neplodnosti.

Jednotlivé odpovědi s určenými skupinami jsme přidali k nahlédnutí do přílohy, jako přílohu č.1.

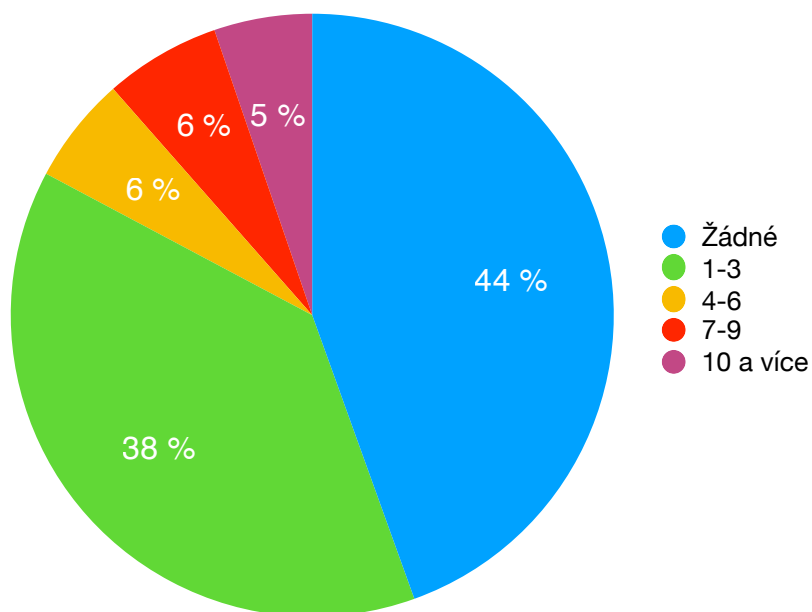
## Otázka č. 12: Kolik vyšetření rentgenem jste za poslední rok absolvoval/a?

Tabulka 22: Počet vyšetření rentgenem za poslední rok

Počet RTG za poslední rok	Počet respondentů
Žádné	93
1-3	80
4-6	12
7-9	13
10 a více	11

Zdroj: vlastní

Graf 18: Počet vyšetření rentgenem za poslední rok



Zdroj: vlastní

Z 209 respondentů 44 % nepodstoupilo za posledních 12 měsíců žádné vyšetření s použitím rentgenu, 38 % podstoupilo 1-3, 6 % podstoupilo 4-6, 6 % podstoupilo 7-9 a 5 % postoupilo 10 a více vyšetření rentgenem.

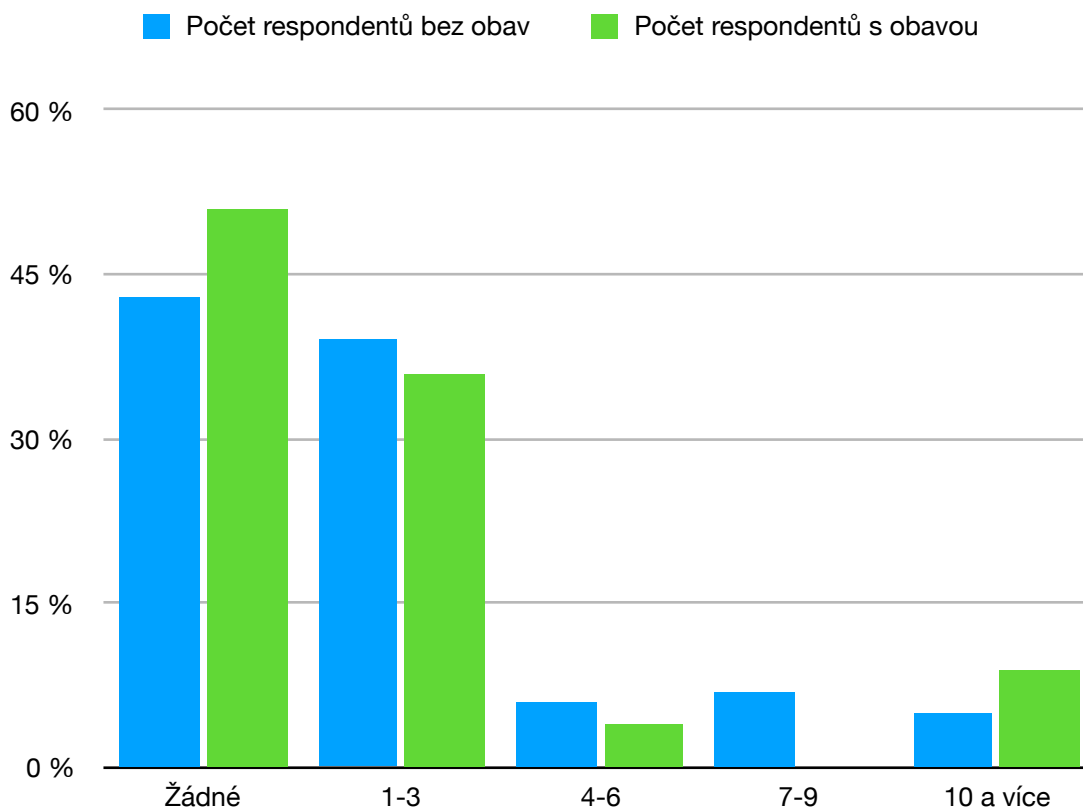
### 5.3.1 Srovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem

Tabulka 23: Porovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem

Počet RTG za poslední rok	Počet respondentů bez obav	Počet respondentů s obavou
Žádné	70	23
1-3	64	16
4-6	10	2
7-9	12	0
10 a více	8	4

Zdroj: vlastní

Graf 19: Porovnání respondentů s a bez obav z vyšetření rentgenem



Zdroj: vlastní

Z 164 respondentů, kteří nemají žádnou obavu z vyšetření rentgenem, nepodstoupilo za posledních 12 měsíců žádné vyšetření s použitím rentgenu 43%, 39 % podstoupilo 1-3, 6 % podstoupilo 4-6, 7 % podstoupilo 7-9 a 5 % postoupilo 10 a více vyšetření rentgenem.

Ze 45 respondentů, kteří mají určitou obavu z vyšetření rentgenem, nepodstoupilo za posledních 12 měsíců žádné vyšetření s použitím rentgenu 51 %, 36 % podstoupilo 1-3, 4 % podstoupilo 4-6, 0 % podstoupilo 7-9 a 9 % postoupilo 10 a více vyšetření rentgenem.

Pokud bychom hledali rozdíl mezi respondenty s a bez obav, tak si můžeme povšimnout mírného (8%) nárůstu respondentů, kteří nepodstoupili vyšetření rentgenem za poslední rok a mají určitou obavu. V ostatních kategoriích je rozdíl minimální až zanedbatelný. Můžeme však předpokládat, že nárůst 8 % může být statistická chyba, tudíž můžeme vyvodit, že počet vyšetření nemá zásadní nebo žádný vliv na obavy z vyšetření rentgenem.

## DISKUZE

V teoretické části naší práce jsme si připomněli informace o ionizujícím záření a radioaktivitě. Podrobněji jsme zkoumali rentgenové záření a biologické účinky ionizujícího záření. Dále jsme se zaměřili na radiační ochranu, která je nezbytnou součástí všech radiodiagnostických postupů. Tyto informace nám sloužily pro vytvoření dotazníku, jako nástroje pro náš výzkum.

Při vytváření dotazníku, zaměřeného na laickou veřejnost, bylo velmi důležité přizpůsobit otázky tak, aby jim laická veřejnost rozuměla a dokázala na ně odpovědět bez zjišťování informací z různých zdrojů. Proto byly otázky podány co nejvíce hovorově, avšak při zachování výtěžnosti a jednoznačnosti.

Velmi důležitý byl pro nás tedy pilotní průzkum, který nebývá v bakalářských pracích často zmiňován. Tyto pilotní průzkumy proběhly dva, z důvodu nutnosti upravit první verzi dotazníku. Až druhá verze dotazníku se nám osvědčila pro použití pro laickou veřejnost.

Inspirací pro toto dotazníkové šetření byla častá zkušenost v praxi, kdy se pacienti, kterým je indikované radiodiagnostické vyšetření, často dotazovali na nebezpečnost záření, na limity vyšetření a podobně.

V dotazníkovém šetření jsme zkoumali nejen informovanost veřejnosti o radiační zátěži při radiodiagnostických vyšetřeních, ale také jejich obavy z těchto vyšetření. Proto jsme pro pozdější zpracování dat rozdělili dotazník na 3 části. Přičemž první část byla pouze identifikační, kde jsme zkoumali pohlaví, věk a vzdělání respondentů. V druhé části dotazníku jsme zkoumali onu informovanost veřejnosti. Ve třetí, poslední, části jsme zkoumali obavy respondentů. Dotazník byl záměrně uspořádán tak, že na začátku byly identifikační otázky, u kterých respondent nemusí příliš přemýšlet, což ho motivuje k dokončení celého dotazníku. Následovaly uzavřené otázky a 10. otázka byla otevřená, kterou následovaly opět uzavřené otázky. Až na úplný konec dotazníku jsme umístili otázku, která zasahuje do soukromí respondentů, kde se ptáme na počet vyšetření rentgenem za poslední rok.

V otázce číslo 5 a 8 jsme zkoumali, zda veřejnost je správně informovaná o tom, že na lékařské ozáření se nevztahují žádné limity. Použili jsme zde konkrétní příklady vyšetření pro snadnější uvažování respondenta o odpovědi. A to konkrétně rentgen plic

a jakékoliv CT vyšetření. Můžeme zde uvažovat nebo dokonce si dokázat, které vyšetření má větší radiační zátěž, avšak to pro tyto otázky je nepodstatné. Limit ani pro jedno vyšetření není stanoven nehledě na radiační zátěž.

U otázky číslo 5 nás tedy zajímal názor respondentů na to, jaký je maximální počet rentgenů plic na pacienta za rok. Kdy 47 % respondentů správně uvedlo, že limit není stanoven. Avšak celých 53 %, tedy většina, uvedla nějaký počet vyšetření. Z toho můžeme usuzovat, že veřejnosti není známo, že limity pro lékařské ozáření nejsou stanoveny, což nám potvrzuje předpoklad P1, kde jsme předpokládali, že veřejnosti není známo, že lékařské ozáření nemá limity.

Pokud se zaměříme na otázku číslo 8, kde jsme se ptali na maximální počet CT vyšetření na pacienta za rok. Touto otázkou jsme si chtěli ověřit výsledky u otázky číslo 5. Zde 42 % respondentů uvedlo správně, že limit není stanoven, ale dokonce 58 % respondentů nějaký limit uvedlo, což nám potvrdilo výsledky u otázky č. 5 a utvrdilo nás to ve správnosti předpokladu P1.

Dále jsme zařadili otázky, které nám pomohly zjistit informovanost veřejnosti o problematice radiační zátěže při radiodiagnostických vyšetřeních. Pro to nám sloužily otázky číslo 5, 6, 7, 8 a 11. U těchto otázek vždy byla minimálně jedna odpověď považována za správnou, proto bylo možné spočítat procento správných odpovědí, námi označované jako úspěšnost.

U otázky číslo 6 jsme se respondentů ptali, kdy může lékař pacienta poslat na vyšetření pomocí rentgenu. Zde správně odpovědělo 62 % respondentů, že je to v případě, kdy přínos převyšuje rizika vyšetření. Vidíme tedy, že většina dotázaných zde odpověděla správně.

U otázky číslo 7 jsme se respondentů ptali na názor ohledně vlivu OPG na štítnou žlázu. Zde pouze 22 % odpovědělo naprosto správně, že vliv není žádný nebo naprosto zanedbatelný. Avšak 43 % uvedlo jako odpověď, že tento vliv je nízký. Když jsme sledovali tyto výsledky, uvědomili jsme si, že pro laickou veřejnost může být obtížné rozlišit vliv zanedbatelný a nízký, proto pro zpracování úspěšnosti jsme považovali i tuto odpověď za správnou. Proto zde byla úspěšnost 65%.

U otázky číslo 11 nás zajímal důvod odkládání kovových předmětů, jako jsou náušnice nebo řetízky, při vyšetřeních pomocí rentgenového záření. Zde správně odpovědělo neuvěřitelných 70 % dotázaných, což bylo velmi pozitivní zjištění.

Mnohem zajímavější než sledovat úspěšnost u jednotlivých otázek, je sledovat celkovou úspěšnost a úspěšnost u jednotlivých úrovní vzdělání. Celková úspěšnost byla 57 %, což znamená že respondenti odpověděli na 57 % správně. Někteří respondenti dokonce odpověděli na všechny otázky správně, ale bylo to pouze 20 % respondentů. To znamená, že 80 % respondentů odpovědělo alespoň na jednu otázku špatně. Což není příliš příjemné zjištění. Zde vidíme, že veřejnost, respektive pacienti, je nutno před každým vyšetřením informovat ohledně radiační zátěže při radiodiagnostických vyšetřeních, protože není dostatečně informována.

U respondentů se základním vzděláním byla úspěšnost 14%, s vyučením bez maturity byla 59%, se středoškolským vzděláním s maturitou byla 54%, s vyšším odborným vzděláním byla 69% a s vysokoškolským vzděláním byla úspěšnost 63%. Můžeme tedy sledovat, že, až na odchylky, úspěšnost byla vyšší, čím vyšší bylo vzdělání. Tím se nám potvrzuje předpoklad P2, že více informovaní budou lidé s vyšším stupněm vzdělání. Můžeme se pouze domnívat, že se zvyšující se úrovní vzdělání lidé mají větší přehled i mimo obor svého působení, zde se nám to však potvrzuje.

U otázky číslo 9 jsme zjišťovali zda se respondenti obávají vyšetření s použitím ionizujícího záření a v otázce číslo 10 nás zajímal důvod této obavy. Z 22% respondentů, kteří mají určitou obavu z těchto vyšetření, nejvíce dotázaných uvedlo, že se jich obávají z důvodu škodlivosti záření. Ale v odpovědích jsme se setkali i s odpověďmi, že obavy jsou ze vzniku rakoviny, neplodnosti, nadužívání rentgenu nebo dokonce z výsledku vyšetření. Zde vidíme, že důvody jsou rozmanité. Mohlo to být zapříčiněno také tím, že otázka byla otevřená a dala respondentům možnost vyjádřit se vlastními slovy, což nevnímáme jako špatná aspekt, naopak bylo zajímavé pročítat jednotlivé odpovědi.

V otázce číslo 12 jsme se tázali na počet vyšetření podstoupených respondentem za poslední rok. Dominantními odpověďmi byly se 44% odpověď žádná a se 38% odpověď 1-3. Avšak tuto otázku jsme zařadili z důvodu možnosti porovnat počet vyšetření u respondentů, kteří se obávali nebo naopak neobávali vyšetření rentgenem. Předpokládali jsme, že lidé, kteří podstoupí více vyšetření rentgenem, se budou méně obávat, avšak



tento předpoklad byl chybný a jak se zdá počet těchto vyšetření nemá na obavy žádný vliv, protože počet byl takřka shodný jak u respondentů s a bez obav.

## ZÁVĚR

Problematika ohledně informovanosti veřejnosti ohledně různých vyšetření se zdaleka netýká pouze radiodiagnostiky, ale všech odvětvích zdravotnictví. Naše práce se však zabývala právě radiodiagnostikou. Z výsledků výzkumu je patrné, že informovanost veřejnosti ohledně radiační zátěže při radiodiagnostických vyšetřeních není na dobré úrovni a je nutné ji neustále zvětšovat.

Pokud bude muset lékař, radiologický asistent nebo jiný zdravotnický pracovník vysvětlovat většině pacientů všechny náležitosti spojené s radiodiagnostickými vyšetřeními, bude to ve výsledku znamenat velké zpomalení v již tak přetíženém zdravotnickém systému. Nechceme však tvrdit, že pacient nemá právo vědět všechny náležitosti a informace o vyšetřeních a zákrocích, které podstupuje. Chceme však zdůraznit, že je potřeba hledat nějaké řešení tohoto problému. Myslíme si, že dobrým řešením by mohly být plakáty nebo letáky, které mohou ležet nejen v čekárnách na radiodiagnostickém oddělení, ale i v čekárnách u ambulancí a vyšetřoven. Toto by mohlo umožnit pacientům získat určitý náhled do tohoto tématu.

V průzkumu jsme zjistili, že veřejnosti není známo, že lékařské ozáření nepodléhá limitům, vyšlo najevo, že vyšší úroveň vzdělání má za následek větší informovanost, a že počet vyšetření nemá vliv na obavy z těchto vyšetření. Zjistili jsme i celkovou úspěšnost, kde správně odpovězené otázky tvořily většinu. Celkovou úspěšnost 57 % můžeme vnímat jako nadpoloviční většinu, avšak neznamená to, že veřejnost je dostatečně informována.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) STUPKOVÁ, Iva. Radioaktivita. In: Metodický portál [www.rvp.cz](http://www.rvp.cz) [online]. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2009 [cit. 2018-12-07]. ISSN 1802-4785. Dostupné z: [http://www.zsstrani.cz/dum/Digitalni%20Ucebni%20Materialy/2\\_stupen/Fyzika/8.%20-%209.%20rocnik/RADIOAKTIVITA/radioaktivita.pdf](http://www.zsstrani.cz/dum/Digitalni%20Ucebni%20Materialy/2_stupen/Fyzika/8.%20-%209.%20rocnik/RADIOAKTIVITA/radioaktivita.pdf)
- 2) Periodická video tabulka prvků [online]. Přírodovědecká fakulta UK v Praze, 2018 [cit. 2018-12-07]. Dostupné z: <http://www.chemickeprvky.cz/?radioaktivita>
- 3) SÚKUPOVÁ, Lucie. Radiační ochrana při rentgenových výkonech - to nejdůležitější pro praxi. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0709-4.
- 4) NEKULA, Josef. Radiologie. 3. vyd. V Olomouci: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-1011-7.
- 5) HUŠÁK, Václav. Radiační ochrana pro radiologické asistenty. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2350-0.
- 6) PRETORIUS, E. Scott. a Jeffrey A. SOLOMON. Radiology secrets plus. 3rd ed. /. Secrets series. ISBN 978-0-323-06794-2.
- 7) SEIDL, Zdeněk. Radiologie pro studium i praxi. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-4108-6.
- 8) VOMÁČKA, Jaroslav. Zobrazovací metody pro radiologické asistenty. Druhé, doplněné vydání. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4508-3.
- 9) FELTL, David a Jakub CVEK. Klinická radiobiologie. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2008. ISBN 978-80-7311-103-8.
- 10) Stručný přehled biologických účinků záření. Státní úřad pro jadernou bezpečnost [online]. Senovážné náměstí 9 . Praha 1: SÚJB, 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologicky-ucinku-zareni/>

- 11) Radiobiologie. Radiobiologie [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/5-kapitola/51.html>
- 12) Radiobiologie. Radiobiologie [online]. 2017 [cit. 2017-04-06]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/1-kapitola/15/155.html>
- 13) Atom info.cz: Aktuálně o jádru [online]. [cit. 2019-01-30]. Dostupné z: <http://atominfo.cz/2012/05/sievert-becquerel-rentgen-jak-merime-radioaktivitu/>
- 14) ANDERSON, Laura, John COOPER a a spol. Ionizující záření: Účinky a zdroje [online]. Program OSN pro ochranu životního prostředí, 2016 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb\\_2017-1.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf)
- 15) ČESKÁ REPUBLIKA. Sbirka zákonů: Vyhláška o radiační ochraně a zabezpečení radionuklidového zdroje. In: 422/2016. ročník 2016. Dostupné také z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/legislativa/vyhlasiky/sb0172-2016.pdf>
- 16) SÚKUPOVÁ, Lucie. Efektivní dávky při dentálních rentgenových vyšetřeních [online]. Praha, 2013 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/efektivni-davky-pri-dentalnich-rentgenovych-vysetrenich/>
- 17) SÚJB. Používání rentgenů: Lekařské ozáření [online]. Praha 1, 2014 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/zajimavosti-z-praxe-radiacni-ochrany/pouzivani-rentgenu-lekarske-ozareni/>
- 18) SKAUT, Petr. Vzdělání obyvatel ČR [online]. Praha, 2011 [cit. 2019-03-03]. Dostupné z: [https://eprehledy.cz/vzdelani\\_obyvatel\\_cr.php](https://eprehledy.cz/vzdelani_obyvatel_cr.php)

# SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: Tabulka jednotlivých odpovědí

Číslo odpovědi	Odpověď	Skupina
1	bojim se ze je to nebezpecne	Nebezpečnost vyšetření
2	je to nebezpečné	Nebezpečnost vyšetření
3	Nejsem si jistá, zde je to ve všech směrech bezpečné	Nebezpečnost vyšetření
4	Že se mi něco stane	Nebezpečnost vyšetření
5	možná to bolý	Možnost bolestivosti
6	čím více, tím hůře	Nadužívání vyšetření rentgenem
7	jeden rentgen nevadi, ale pokud je jich více, pote je to nebezpecne	Nadužívání vyšetření rentgenem
8	Jsem laik,ale logicky vzato rentgenové vyšetření je z tohoto pohledu určitě nějak jiné.Vzhledem k tomu ,že rentgen prosvítí orgány a ukáže kosti,je laikovi jasné ,ze tam dochází k velké koncentraci prosvícení.	Nadužívání vyšetření rentgenem
9	Neobávám se příliš, avšak nadužívání rentgenového záření určitě není vhodné pro organismus. Ostatně jako nadužívání všech léčivých prostředku.	Nadužívání vyšetření rentgenem
10	obavam se z vice vysetreni	Nadužívání vyšetření rentgenem
11	neploinnost	Neploinnost
12	nevím	Dotazovaný neví proč se obává
13	nevím	Dotazovaný neví proč se obává
14	nevím	Dotazovaný neví proč se obává
15	nevym	Dotazovaný neví proč se obává
16	niči to bunky	Poškození buněk
17	protoze zarení je skodlive, nici bunky	Poškození buněk
18	Vystavení RTG se obávám z důvodu jeho škodlivosti (ničení buněk) , proto se mu vyhýbám. Hlavně v oblasti vaječníků.	Poškození buněk
19	ozareni	Obava z ozáření
20	Ozáření	Obava z ozáření
21	radiace	Obava z ozáření
22	Radiacni záření	Obava z ozáření
23	velke mnozství zarení	Obava z ozáření
24	zarení	Obava z ozáření
25	Zátěž radiaci	Obava z ozáření
26	Poškození zdraví	Škodlivost záření

27	ublizuje to zdraví	Škodlivost záření
28	Rentgenové záření přispívá ke vzniku rakoviny.	Škodlivost záření
29	škodí to	Škodlivost záření
Číslo odpovědi	Odpověď	Skupina
30	škodí to	Škodlivost záření
31	škodí to tělu	Škodlivost záření
32	Škodí to zdraví	Škodlivost záření
33	Škodlivé záření	Škodlivost záření
34	Škodlivé záření	Škodlivost záření
35	škodlivost záření	Škodlivost záření
36	Škodlivost záření	Škodlivost záření
37	Že to škodí zdraví	Škodlivost záření
38	bojím se, výsledku vyšetření	Výsledek vyšetření
39	Jelikož mám strach z toho, ze tam něco najdou..	Výsledek vyšetření
40	Jelikož mám rakovinu plic, nikdy jsem nekouřil a za posledních 10 let jsem měl několikrát rentgen plic, 2 tunely, tak vím, že je to z toho!	Vznik rakoviny
41	Může mít z následek vznik rakoviny, při nadměře vyšetřeních.	Vznik rakoviny
42	Obavám se vzniku rakoviny	Vznik rakoviny
43	podporuje to rakovinu	Vznik rakoviny
44	rakovina	Vznik rakoviny
45	Rakovina?	Vznik rakoviny

Zdroj: Vlastní

## Příloha č. 2: Dotazník

Dobrý den, mé jméno je David Formánek, jsem studentem Západočeské univerzity, Fakulty zdravotnických studií, oboru Radiologický asistent. Tento dotazník slouží pro získání informací k mé bakalářské práci na téma Informovanost veřejnosti o radiační zátěži při radiodiagnostických vyšetřeních.

Prosím Vás tímto o vyplnění dotazníku, který má 12 otázek a je anonymní. Jeho vyplnění Vám zabere zhruba 5 minut. Zaškrtněte prosím vždy pouze jednu odpověď.

- 1) Jaké je Vaše pohlaví?
  - Muž
  - Žena
- 2) Do jaké věkové kategorie patříte?
  - 0-14,9 let
  - 15-17,9 let
  - 18-26,9 let
  - 27-63,9 let
  - 64 a více let
- 3) Jaké je Vaše nejvyšší dosažené vzdělání?
  - Žádné
  - Základní
  - Vyučen bez maturity
  - Středoškolské / vyučen s maturitou
  - Vyšší odborné
  - Vysokoškolské
- 4) Dokončil/a jste nebo studujete školu se zdravotnickým zaměřením?
  - Ne
  - Ano, ale obor se NEZABÝVÁ radiodiagnostikou
  - Ano a obor se ZABÝVÁ radiodiagnostikou
- 5) Jaký si myslíte, že je maximální počet rentgenů plic na jednoho pacienta za rok?
  - 1
  - 3
  - 7
  - 12
  - 30
  - 68
  - limit není stanoven
- 6) Kdy si myslíte, že Vás lékař může poslat na vyšetření rentgenem?
  - Pokud si myslí, že nemáte předpoklad pro vznik rakoviny
  - Pokud jste nepřekročil roční limit vyšetření rentgenem
  - Pokud přínos vyšetření převyšuje rizika
  - Kdykoliv se mu chce
- 7) Jaký je vliv rentgenu všech zubů (takzvaný OPG) na štítnou žlázu?
  - Vůbec nebo zanedbatelný
  - Nízký
  - Střední
  - Vysoký
  - Extrémně vysoký
- 8) Jaký si myslíte, že je maximální počet CT vyšetření na jednoho pacienta za rok?
  - 1
  - 3
  - 7
  - 12
  - 30
  - 68
  - limit není stanoven
- 9) Máte obavy z vyšetření rentgenem?
  - Ne
  - Mírně se obávám
  - Obávám se
  - Velmi se obávám
- 10) Z jakého důvodu se obáváte vyšetření rentgenem? (Prosím, pokuste se odpovědět jinak, než nevim)
- 11) Proč si myslíte, že si musíte odkládat kovové předměty (náušnice, řetízky, ...) při vyšetřeních s rentgenovým zářením (CT/RTG)?
  - Kovové předměty zvyšují dávku pro pacienta
  - Kovové předměty ztěžují vyhodnocení vyšetření (stín, artefakty)
  - Kovové předměty pohltí záření a následně jej vyzářují
  - Kovové předměty se mohou poničit vlivem záření (oxidace)
  - Kovové předměty nevadí při vyšetření CT/RTG
- 12) Kolik vyšetření rentgenem jste za poslední rok absolvoval/a?
  - Žádné
  - 1-3
  - 4-6
  - 7-9
  - 10 a více

Zdroj: Vlastní