

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta

**Studie o problematice radioaktivity a záření a jejich chápání
laickou veřejností**

Bakalářská práce

Autor: Romana Dvořáková
Vedoucí práce: Mgr. Jan Ryba
3. května 2010

Abstract

Study and Public Perception of Radioactivity and Ionizing Radiation

Radiation and radioactivity – these words awaken a sense of insecurity, unknowingness and sometimes even major concerns in many of people. On the other hand, only few people really have the right and sufficient information on this topic that is considered very important but also complicated and hard to understand. In my opinion, the majority of the public has no access to professional information on use of ionizing radiation and radioactivity. Therefore, they have insufficient knowledge of the topic and this fact results in concerns and fear of radiation that the public may hold. The hypothesis whether the amateur public is mainly afraid of medical sources of radiation, was determined for research in my bachelor thesis. Furthermore, I set several sub-hypotheses in order to gain a general picture of the points at issue and eliminate any ambiguous results. Moreover, the quantitative form of research was selected in order to reach the targets and verify the hypotheses. A questionnaire was used as a technique for collecting data. Members of the amateur public – patients of the hospital Mulačova nemocnice s r.o. in Pilsen – were selected as the statistical set for the purpose of the questionnaire survey. The objective of the thesis was to establish the concerns connected with various types of use of radioactivity and ionizing radiation, provide the objective and coherent perspective of the level of the amateur public's awareness in this field, and propose the most effective way of presentation of information in order to spread the general awareness based on the data acquired and statistically processed. I would like to provide my bachelor thesis as a source of information to the general public. Furthermore, I would like to offer the results of this thesis to organizations dealing with these points at issue and as a course material for students of the University of South Bohemia in České Budějovice.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Studie o problematice radioaktivity a záření a jejich chápání laickou veřejností vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 3. května 2010

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Janu Rybovi za jeho rady a pomoc při zpracovávání bakalářské práce.

Obsah

Úvod	8
1 Současný stav	10
1.1 <i>Přehled zákonů a vyhlášek České republiky týkající se radioaktivity, ionizujícího záření a jaderné energie</i>	10
1.2 <i>Oblasti a způsoby využívání radioaktivity a ionizujícího záření</i>	13
1.2.1 Radioaktivita	13
1.2.2 Ionizující záření (IZ)	14
1.2.3 Přírodní zdroje ionizujícího záření	15
1.2.4 Umělé zdroje záření	18
1.2.5 Průměrné roční ozáření z jednotlivých zdrojů	23
1.3 <i>Ochrana před zdroji ionizujícího záření</i>	23
1.3.1 Základní principy radiační ochrany	23
1.3.2 Zajištění radiační ochrany na pracovištích s ionizujícím zářením	24
1.4 <i>Biologické účinky záření na lidský organismus</i>	25
2 Cíle práce a hypotézy	28
3 Metodika	29
3.1 <i>Vlastní metodika</i>	29
3.2 <i>Charakteristika souboru</i>	29
4 Výsledky	30
4.1 <i>Výsledky dotazníkového šetření</i>	30
4.1.1 1. oblast – otázky sloužící k další kategorizaci tazatelů	30
4.1.2 2. oblast otázek	31
4.1.3 3. oblast – otázky týkající se obav z využívání radioaktivity a IZ	33
4.1.4 4. oblast – ověření základních fyzikálních znalostí tazatelů	39
4.1.5 5. oblast – způsoby a formy získávání informací	43

5	Diskuse	48
5.1	Vyhodnocení výsledků	48
5.1.1	Hypotéza: <i>Většina respondentů má ze záření a radioaktivity obavy</i>	48
5.1.2	Hypotéza: <i>Respondenti obávající se záření a radioaktivity jsou o této problematice hůře informováni než respondenti, kteří se neobávají.....</i>	48
5.1.3	Hypotéza: <i>Většina respondentů je před rentgenovým vyšetřením nedostatečně informována.</i>	51
5.1.4	Hypotéza: <i>Většina respondentů preferuje jako zdroj získávání informací především zdravotnický personál.....</i>	51
5.2	Diskuse	51
6	Závěr	57
7	Seznam použité literatury	60
8	Klíčová slova.....	62
9	Přílohy.....	63

Seznam zkratek

SÚJB – Státní úřad pro jadernou bezpečnost

ALARA – As Low As Reasonably Achievable

IZ – ionizující záření

UNSCEAR – United Nations Scientific Comunittee on the Effects

ICRP – International Commission on Radiological Protection

X záření – rentgenové záření

SÚRO – Státní ústav radiační ochrany

MV – Ministerstvo vnitra

RMS – radiační monitorovací síť

Úvod

Od počátku existence života na naší planetě byly a stále jsou všechny živé organizmy vystaveny působení ionizujícího záření z přírodních zdrojů. Toto záření má dvě složky: kosmické záření, před nímž nás do značné míry chrání atmosféra, a terestrické (pozemské) záření, jež má původ v přírodních radioaktivních látkách. Zemská kůra obsahuje různé koncentrace radioaktivních prvků, jako jsou uran, radium nebo thorium. Tyto látky se pak mohou stát nechtěnou příměsí stavebních materiálů. Rozpadem radia vzniká radioaktivní plyn radon, který z podloží proniká do budov či pitné vody. Ze všech přírodních zdrojů ozáření je nejvýznamnějším zdrojem právě radon. Na samém konci 19. století pak člověk zhotovil první umělý zdroj ionizujícího záření a v průběhu následujících let svou činností způsobil, že kromě přírodního ozáření dnes existuje i ozáření z řady umělých zdrojů. V současné době dominuje mírové využívání jaderné energie v energetice a v lékařství, kde se zdroje záření využívají u řady diagnostických i terapeutických metod.

Radon a jeho dceřinné produkty způsobují více než polovinu veškerého přírodního ozáření. Zbylé zevní a vnitřní ozáření je způsobeno zářením z ostatních přírodních radionuklidů a zářením kosmickým. Ze všech umělých zdrojů záření jsou nejvýznamnější zdroje lékařské, zejména rentgenové přístroje, které způsobují přes 90 % veškerého umělého ozáření lidstva. Zbylé ozáření z umělých zdrojů způsobují průmyslové zdroje záření, včetně jaderných elektráren.

Jen málokdo z nás je správně a dostatečně informován o této problematice, kterou považujeme za důležitou, ale velmi složitou a obtížně pochopitelnou. Veřejnost má v současnosti k dispozici velké množství informací, které jsou mnohdy nesprávně interpretovány. Pojmy ionizující záření a radioaktivita jsou laickou veřejností obecně spojovány s pocitem rizika a vážných nemocí. V praxi právě nesprávný výklad některých pojmů vede k zveličování skutečných rizik. Domnívám se, že většina laické veřejnosti, která nepřichází profesionálně do styku s informacemi z oblasti týkající se jakéhokoli využívání ionizujícího záření a radioaktivity, má nedostatečné znalosti, z čehož následně pramení obava ze záření. Tato problematika mě velice zaujala, proto jsem si ji vybrala jako téma své bakalářské práce. V této studii jsem se pokusila zjistit, jaké znalosti

má laická veřejnost o ionizujícím záření a radioaktivitě především v lékařském využití a zda je o této problematice dostatečně informována. Na základě zjištěných údajů jsem se pokusila doporučit nejúčinnější formy předávání informací.

1 Současný stav

Státní správu a dozor při používání jaderné energie a ionizujícího záření v oblasti radiační ochrany a v oblasti chemické, jaderné, a biologické ochrany vykonává Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Jeho působnost je dána zákonem č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění, zákonem č. 19/1997 Sb. a zákonem č. 281/2002 Sb.

1.1 Přehled zákonů a vyhlášek České republiky týkající se radioaktivity, ionizujícího záření a jaderné energie

Zákon č. 18/1997 Sb., ze dne 24. ledna 1997 upravuje:[25]

- a) způsob využívání jaderné energie a ionizujícího záření a podmínky vykonávání činností souvisejících s využíváním jaderné energie a činností vedoucích k ozáření
- b) systém ochrany osob a životního prostředí před nežádoucími účinky ionizujícího záření
- c) povinnosti při přípravě a provádění zásahů vedoucích k snížení přírodního ozáření a ozáření v důsledku radiačních nehod
- d) zvláštní požadavky pro zajištění občanskoprávní odpovědnosti za škody v případě jaderných škod
- e) podmínky zajištění bezpečného nakládání s radioaktivními odpady
- f) výkon státní správy a dozoru při využívání jaderné energie, při činnostech vedoucích k ozáření a nad jadernými položkami

Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a o změně a doplnění zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 140/1961 Sb., trestní zákon, ve znění pozdějších předpisů, v platném znění.

Zákon č. 281/2002 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní a o změně živnostenského zákona, v platném znění.

Z hlediska aplikace atomového zákona je nutné přesné vymezení těchto pojmů:[28]

- jaderná bezpečnost – stav a schopnost jaderného zařízení a osob obsluhujících jaderné zařízení zabránit nekontrolovatelnému rozvoji štěpné řetězové reakce nebo nedovolenému úniku radioaktivních látek nebo ionizujícího záření do životního prostředí
- radiační ochrana – systém technických a organizačních opatření k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí
- havarijní připravenost – schopnost rozpoznat vznik radiační mimořádné situace a při jejím vzniku plnit opatření stanovená havarijními plány.

Do působnosti SÚJB zejména patří:[17]

- povolování výkonu činností podle zákona č. 18/1997 Sb., např. k umístování a provozu jaderných zařízení a pracoviště s velmi významnými zdroji ionizujícího záření, nakládání se zdroji ionizujícího záření a radioaktivními odpady, přepravě jaderných materiálů a radionuklidových zářičů
- výkon státního dozoru nad jadernou bezpečností, jadernými položkami, fyzickou ochranou jaderných zařízení, radiační ochranou a havarijní připraveností v prostorách jaderného zařízení nebo pracoviště se zdroji ionizujícího záření
- schvalování dokumentace, vztahující se k zajištění jaderné bezpečnosti a jaderné ochrany, stanovené atomovým zákonem, limitů a podmínek provozu jaderných zařízení, způsobu zajištění fyzické ochrany, havarijních řádů k přepravám jaderných zařízení a pracoviště se zdroji ionizujícího záření
- stanovení podmínek a požadavků radiační ochrany obyvatel a pracovníků se zdroji ionizujícího záření (např. stanovení limitů ozáření, vymezení kont-

rolovaných pásem), stanovení zóny havarijního plánování a požadavků havarijní připravenosti držitelů povolení dle atomového zákona

- vedení státního systému evidence a kontroly jaderných materiálů, státních systémů evidence držitelů povolení, dovážených a vyvážených vybraných položek, zdrojů ionizujícího záření, evidence ozáření obyvatelstva a pracovníků se zdroji ionizujícího záření
- poskytování údajů o hospodaření s radioaktivními odpady obcím a okresním úřadům na jimi spravovaném území a přiměřených informací o výsledcích činnosti úřadu veřejnosti a vládě ČR
- odborná spolupráce s Mezinárodní agenturou pro atomovou energii
- koordinace a zabezpečování činností při plnění úkolů plynoucích z Úmluvy o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení ve smyslu zákona č. 19/1997 Sb., a Úmluvy o zákazu bakteriologických (biologických) a toxinových zbraní ve smyslu zákona č. 281/2002 Sb.
- poskytování údajů o měření a hodnocení účinků jaderných, chemických, a biologických látek na člověka a prostředí včetně hodnocení stupně ochrany individuálních a kolektivních prostředků ochrany člověka před těmito látkami
- koordinace činnosti radiační monitorovací sítě (RMS) na území České republiky a zajišťování mezinárodní výměny dat o radiační situaci.

Mezi důležité vyhlášky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost patří:[17]

Vyhláška č. 144/1997 Sb., o fyzické ochraně jaderných materiálů a jaderných zařízení a o jejich zařazování do jednotlivých kategorií.

Vyhláška č. 145/1997 Sb., o evidenci a kontrole jaderných materiálů a o jejich bližším vymezení, ve znění vyhlášky č. 316/2002 Sb.

Vyhláška č. 146/1997 Sb., stanovující činnosti, které mají bezprostřední vliv na jadernou bezpečnost, a činnosti zvláště důležité z hlediska radiační ochrany, požadavky na kvalifikaci a odbornou přípravu, způsob ověřování zvláštní odborné způsobilosti a udělování oprávnění vybraným pracovníkům a způsoby provedení schvalované doku-

mentace pro povolení k přípravě vybraných pracovníků, ve znění vyhlášky č. 315/2002 Sb.

Vyhláška č. 215/1997 Sb., o kritériích na umístování jaderných zařízení a velmi významných zdrojů ionizujícího záření.

Vyhláška č. 106/1998 Sb., o zajištění jaderné bezpečnosti a radiační ochrany jaderných zařízení při jejich uvádění do provozu a při jejich provozu.

Vyhláška č. 195/1999 Sb., o požadavcích na jaderná zařízení k zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany a havarijní připravenosti.

Vyhláška č. 318/2002 Sb., o podrobnostech k zajištění havarijní připravenosti jaderných zařízení a pracovišť se zdroji ionizujícího záření, o požadavcích na obsah vnitřního havarijního plánu a havarijního řádu.

Vyhláška č. 309/2005 Sb., o zajišťování technické bezpečnosti vybraných zařízení.

Vyhláška č. 307/2002 Sb., v platném znění, o požadavcích na zajištění radiační ochrany – ruší vyhlášku č. 184/1997 Sb., viz. kapitola ochrana před zdroji ionizujícího záření.

1.2 Oblasti a způsoby využívání radioaktivity a ionizujícího záření

1.2.1 Radioaktivita

Radioaktivita je samovolná přeměna jader nestabilních nuklidů na jádra jiná, při níž dochází k emisi částic z jádra atomu, ke vzniku jaderného záření. Změní-li se počet protonů v jádře atomu, dojde ke změně prvku. Jaderné záření není člověkem vnímáno smysly, ale může člověka velmi negativně ovlivnit. Pro míru negativních dopadů je důležitá nejen celková dávka, kterou člověk obdržel, ale i druh a intenzita záření a doba, po kterou byl člověk záření vystaven. Intenzita záření z přírodních zdrojů běžně se vyskytující v přírodě není člověku obvykle nebezpečná.

Radioaktivitu objevil Henri Becquerel při zkoumání solí uranu a k objasnění podstaty radioaktivity přispěli také francouzští fyzikové Pierre Curie a Marie Curie-Sklodovská.[15]

Radioaktivita se dělí na přirozenou a umělou:

Přirozená radioaktivita je důsledkem samovolného rozpadu jádra přirozeně se vyskytujících radioaktivních nuklidů. Radioaktivní látky se nalézají všude v přírodě. Hlavním zdrojem ozáření z přírodních zdrojů jsou uran a jeho produkty rozpadu, jako jsou např. rádium, thorium a radon.

Umělá radioaktivita je podmíněna přeměnou jádra původně obvykle neaktivního prvku, která je způsobena vnějším vlivem. Taková jádra v přírodě běžně neexistují, byla vytvořena uměle. Ke vzniku těchto jader byl nutný vnější umělý zásah, proto hovoříme o radioaktivitě umělé.

1.2.2 Ionizující záření (IZ)

Ionizující záření je tok hmotných částic nebo fotonů elektromagnetického vlnění, které má schopnost ionizovat atomy prostředí nebo excitovat jejich jádra.[15] Rozděluje se na přímo a nepřímo ionizující. Ionizace je děj, při němž dochází ke vzniku elektricky nabitých částic, iontů.



Obr. 1 Varovný symbol označující zdroje ionizujícího záření[24]

Korpuskulární (částicové) ionizující záření je charakterizováno elektrickým nábojem, klidovou hmotností a kinetickou energií. Částice dělíme podle hmotnosti na těžké (částice alfa, protony, a neutrony), středně těžké (mezony) a lehké (elektrony a pozitrony).[15]

Fotonové ionizující záření má duální charakter – lze na ně nahlížet jako na proud fotonů či jako na elektromagnetické vlnění. Rozeznáváme záření gama, jež má původ

v atomovém jádře, a rentgenové záření, vznikající při interakcích elektronů atomového obalu.[15]

1.2.3 Přírodní zdroje ionizujícího záření

I když největší pozornost a obavy jsou dnes soustředěny na umělé zdroje záření, zvláště na jaderná zařízení, zdaleka největší ozáření obyvatelstva je způsobeno zdroji přírodními. Toto ozáření je přitom nerovnoměrné – některé skupiny osob na Zemi jsou ozářeny dávkami, které o jeden až dva řády převyšují světový průměr a ve výjimečných případech jsou na samé hranici dávek pro deterministické účinky záření. Jde mimo jiné o lokality s vysokými úrovněmi radonu v budovách. Paradoxem je, že největšímu ozáření obyvatelstva, způsobenému na území České republiky právě radonem v ovzduší budov, začala být věnována pozornost teprve na přelomu 70. – 80. let 20. století.[16]

Přírodní ozáření je způsobeno dvěma odlišnými zdroji:

- kosmickým zářením
- přírodními radionuklidy.

1.2.3.1 Kosmické záření

Jednou z nejvýznamnějších složek radiačního pozadí je záření kosmické. Má vliv na celou populaci, ale zvláště se podílí na ozáření personálu a cestujících v letadlech a kosmických lodích. Je tvořeno proudem energetických částic pocházejících z kosmu, pohybujících se vysokou rychlostí a dopadajících do zemské atmosféry.

Rozlišujeme tři složky kosmického záření:[7]

- galaktické kosmické záření
- sluneční kosmické záření
- záření radiačních (van Allenových) pásů Země.

Galaktické kosmické záření pochází z hlubokých oblastí vesmíru mimo sluneční soustavu a skládá se z protonů (85 %), jader helia (11 %), elektronů (3 %) a těžších jader prakticky všech prvků soustavy (1 %).

Sluneční kosmické záření se skládá z 99 % z protonů, těžší nabitě částice představují méně než 0,1 % celkové fluence.

Radiační van Allenovy pásy jsou tvořeny protony a neutrony zachycenými magnetickým polem Země.

Po vstupu do atmosféry interagují částice kosmického záření s přítomnými atomy a molekulami. K zemskému povrchu pronikají hlavně částice vznikající interakcemi zejména primárních fotonů (tzv. sekundární složka kosmického záření). Na radiační zátěž člověka v obvyklých výškách letů letadel se podílí polovinou neutrony a polovinou nabitě částice.[7]

1.2.3.2 Přírodní radionuklidy

Přírodní radionuklidy se podle původu rozdělují do tří skupin na radionuklidy

- kosmogenní;
- primordiální;
- radionuklidy vznikající sekundárně z původních radionuklidů tvořících přeměnové řady.[18]

Kosmogenní radionuklidy vznikají průběžně v jaderných reakcích při interakci se stabilními prvky zejména ve vnějším obalu země, jako např. známý izotop ^{14}C , dalšími radionuklidy jsou ^3H , ^7Be , ^{22}Na aj.

Primordiální radionuklidy vznikly v raných stádiích vesmíru a díky velmi dlouhému poločasu rozpadu většímu než 108 let se dosud vyskytují na Zemi ve významném množství.

Z radionuklidů vznikajících v přeměnových řadách je nejvýznamnější ^{226}Ra (je v řadě počínající ^{238}U) a z něho vznikající plyn ^{222}Rn s řadou dceřiných produktů, které jsou již v pevné formě.

Radon ^{222}Rn

Radon je radioaktivní inertní plyn, bezbarvý a bez zápachu.[8] Podle chemické klasifikace je radon jeden ze vzácných plynů jako neon, krypton, a xenon. Je součástí uranové přeměnové řady. Vzniká rozpadem radia ^{226}Ra v podloží, odkud se difúzí a konvekcí dostává do atmosféry a spodních vod. Ve volné atmosféře se radon rozptýlí, a proto je jeho koncentrace velmi nízká. Na druhé straně v uzavřeném prostředí, např. v budovách, může docházet k jeho akumulaci a jeho koncentrace může dosáhnout vysokých hodnot.

Epidemiologickými studiemi bylo prokázáno, že se vzrůstající koncentrací produktů přeměny radonu a vzrůstající délkou pobytu v takovém prostředí se zvyšuje pravděpodobnost onemocnění rakovinou plic. Z celkového počtu rakovinných onemocnění plic je přibližně 15 % způsobeno právě radonem. Při celoživotním pobytu v budovách, kde je vzhledem ke koncentraci radonu aktivita vyšší než 200 Bq/m^3 , umírá zhruba 2 % exponovaných osob na rakovinu plic o dvacet let dříve. Průměrná koncentrace radonu v bytech ČR je přibližně 60 Bq/m^3 . [6]

Princip detekce radonu je založen na měření účinku záření radonu a především jeho dceřinných produktů (^{218}Po , ^{214}Po). K tomuto účelu používáme nejčastěji stopové a scintilační detektory. Stopové detektory pracují na principu detekce stop vytvořených alfa částicemi v materiálu detektoru, naproti tomu scintilační detektory využívají scintilací, záblesků viditelného záření vzniklých v materiálu scintilátoru při interakci s ionizujícím zářením.

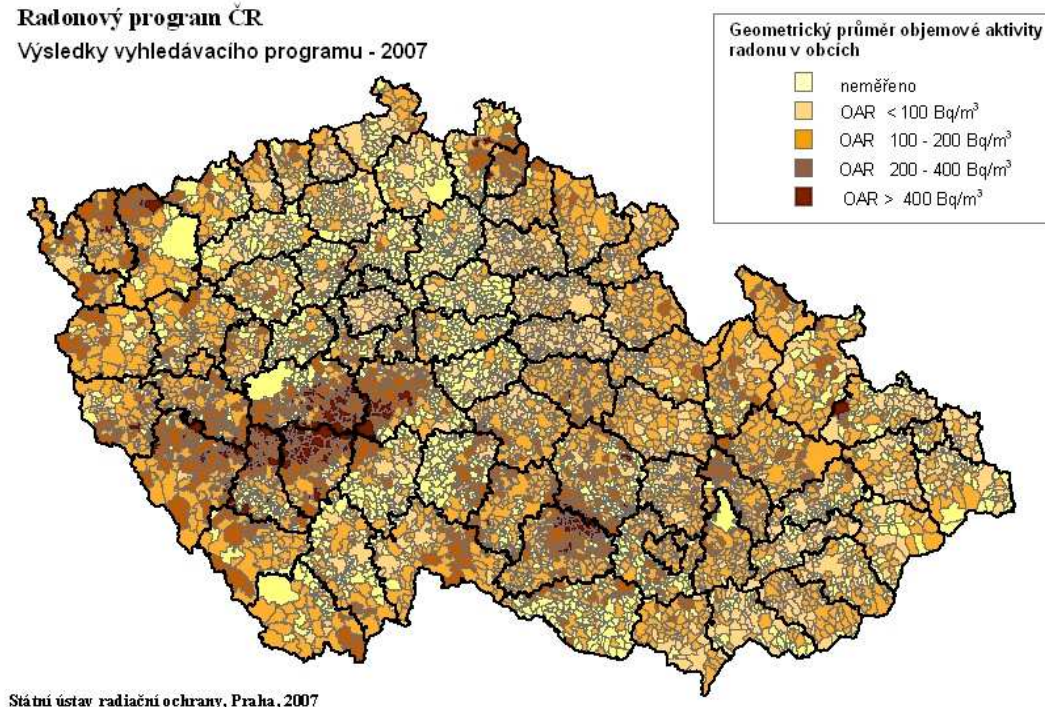
Radonový program

S ohledem na možné zdravotní důsledky ozáření z radonu je u nás i v řadě dalších zemí snahou státu takové ozáření obyvatel regulovat. Zásahy státu jsou v zásadě realizovány ve dvou směrech – jako preventivní opatření, která mají za cíl omezit výskyt radonu v nových stavbách, a jako intervence (zásahy) ke snížení ozáření z radonu ve stávajících objektech. [18]

Preventivní opatření znamenají především zajištění právního rámce pro regulaci a kontrolu možných zdrojů radonu a zajištění dostatečné informovanosti obyvatelstva. Jde konkrétně o usměrňování způsobu výstavby nových budov na horninovém podloží s vyšším radonovým rizikem, zajištění dozoru nad obsahem přírodních radionuklidů ve vyráběném a dováženém stavebním materiálu, zajištění dozoru nad obsahem přírodních radionuklidů ve vodě dodávané do veřejných vodovodů. Legislativní rámec byl pro tyto činnosti vytvořen zákonem č. 18/1997 Sb. a vyhláškou o radiační ochraně. Zde jsou pro nové stavby a možné zdroje radonu stanovená kritéria, při jejichž splnění by dokončená nová stavba měla vyhovět požadavkům na obsah radonu v ovzduší (tj. ekvivalentní objemová dávka radonu v nové stavbě v průměru za rok má být menší než 100 Bq/m^3).

Radonový program ČR

Výsledky vyhledávacího programu - 2007



Obr. 2 Radonová mapa České republiky[16]

1.2.4 Umělé zdroje záření

Průměrná hodnota dávek ze všech přírodních zdrojů dohromady představuje asi 89 % roční dávky pro jednotlivce. Zbývající ozáření je způsobováno umělými zdroji. K vypouštění radionuklidů do životního prostředí nemusí docházet jen při provozu jaderného zařízení či elektrárny. Při spalování fosilních paliv unikají do ovzduší radioaktivní látky, vytěžené spolu s uhlím, které by jinak byly zůstaly pod zemským povrchem. Je málo známo, že se takto do životního prostředí uvolní často více radionuklidů než při běžném provozu jaderné elektrárny. Uměle vyprodukované záření představuje kolem 11 % roční dávky, tj. 0,3 mSv.[18]

Ze všech umělých zdrojů záření jsou nejvýznamnější lékařské zdroje, zejména rentgenové přístroje, které způsobují přes 90 % veškerého umělého ozáření lidstva. Zbylé ozáření způsobují průmyslové zdroje záření, včetně jaderných elektráren.

1.2.4.1 Lékařské zdroje záření

Využití zdrojů ionizujícího záření v lékařství se datuje od konce roku 1895, kdy profesor Wilhelm Conrad Röntgen objevil dosud neznámý druh záření, jež nazval paprsky X.

Zdroje ionizujícího záření se v lékařství používají k diagnostice či léčbě nemocí. Nejstarším a nejrozšířenějším oborem, ve kterém se využívá ionizujícího záření je radiodiagnostika. Zdrojem záření je rentgenový přístroj, respektive rentgenka. Rentgenka je zdrojem záření nejen u klasických rentgenových přístrojů, ale i ve výpočetním tomografu (CT).

Později se ionizujícího záření začalo využívat též k nádorové i nenádorové terapii. V radioterapii se používaly jako zdroje záření z počátku také rentgenky, později však byly nahrazeny ozařovači s uzavřenými radioizotopovými zářiči a urychlovači částic.

Oborem, ve kterém se využívá otevřených radionuklidových zářičů, je nukleární medicína. Otevřených zářičů lze využít jak k diagnostice, tak k terapii záření. Zobrazovací vyšetření v nukleární medicíně se nazývá scintigrafie.

Lékařské ozáření představuje ozáření lidí, kteří jsou vyšetřováni nebo léčeni pomocí zdrojů ionizujícího záření. Při lékařském ozáření je u diagnostických metod důležité, aby přínos, který dané vyšetření přinese, převažoval nad rizikem. Nositel přínosu a rizika spojeného s ozářením při radiologickém vyšetření je konkrétní pacient. Pokud je indikace k radiologickému vyšetření zdůvodněná a dané ozáření je optimalizováno, je přínos tohoto ozáření pro pacienta nezpochybnitelný.[26] Celková průměrná dávka jednotlivce z lékařského ozáření se odhaduje na cca 0,3 mSv/rok. Rentgen plic představuje zatížení dávkou 0,02 mSv, screeningová mamografie asi 0,1 mSv, rentgenové vyšetření trávicího traktu představuje 1,5 až 7 mSv.[27] Největší podíl na lékařském ozáření má radiodiagnostika, zejména výpočetní tomografie a takzvaná intervenční vyšetření, kde se individuální dávky pohybují až v oblasti desítek a stovek mSv na jedno vyšetření.

Pro lékařské ozáření při radiologických vyšetřeních jsou důležité zejména účinky stochastické, tedy pravděpodobnostní, kde neplatí žádný dávkový práh a pravděpo-

dobnost poškození (vyvolání rakoviny či dědičného účinku) vzrůstá se stoupající dávkou. Pro srovnání bych ráda uvedla, že roční limit na jedince kritické skupiny obyvatel v okolí obávané jaderné elektrárny je 0,04 mSv a průměrné roční ozáření obyvatele ČR z přírodního pozadí (včetně radonu a jeho dceřiných prvků) činí zhruba 3,5 mSv.

Hodnota průměrné dávky čerpané jednotlivcem při lékařském ozáření za jeden rok je tak přibližně třicetkrát vyšší než hodnota dávky, kterou v průměru každý z nás ročně získá v důsledku využívání zdrojů při všech ostatních lidských činnostech (včetně výpustí z jaderných elektráren).

1.2.4.2 Průmyslové zdroje záření

V průmyslu se využívá jak generátorů záření produkujících rentgenové záření, elektronové nebo neutronové svazky, tak jaderného záření.

Mezi neužívanější průmyslové aplikace patří:

- nedestruktivní testování materiálu, defektoskopie, využívající převážně rentgenové a gama záření.

Defektoskopie je zkušební metoda, pomocí které se zjišťují např. vady ve svaru dvou částí materiálu či strukturální nehomogenita materiálu

- měřidla a indikátory, jako jsou vlhkoměry, hustoměry, hladinoměry, tloušťkoměry či jiné analyzátory, využívající hlavně záření gama, beta a neutrony
- jaderná energetika.

Jaderná energetika je odvětví energetiky a průmyslu, které se zabývá především výrobou energie v jaderných elektrárnách, v širším smyslu může jít i o projektování a výstavbu jaderných zařízení, především jaderných reaktorů a jaderných elektráren. Jaderná elektrárna se od klasické elektrárny spalující uhlí, olej nebo plyn liší způsobem získávání tepla pro výrobu páry. Zatímco v elektrárně spalující fosilní paliva vzniká teplo v kotli, v jaderné elektrárně je zdrojem tepla jaderný reaktor. Teplo se z reaktoru kontinuálně odvádí a využívá k výrobě páry, která pohání turbínu. Turbína a navazující zařízení pro výrobu elektřiny jsou stejné jako v klasické elektrárně. Podle způsobu odvodu tepla z reaktoru a jeho využití k výrobě páry se rozlišuje několik typů elektráren. Jaderné elektrárny v České republice pracují s tlakovodními jadernými reaktory.

Pro mírové účely se v současnosti průmyslově využívá štěpné reakce uranu nebo plutonia. Jako zdroj energie je možné rovněž využít samovolný rozpad radioaktivních izotopů (radioizotopové zdroje). Jaderné reaktory se také používají k pohonu lodí a ponorek, k výrobě izotopů pro další využití v lékařství i průmyslu a k výzkumu, ojediněle k odsolování mořské vody, zároveň se (většinou jako vedlejší produkt při výrobě elektřiny) využívají k vytápění či ohřevu vody.

První úspěšný pokus s jaderným štěpením provedli v roce 1938 v Berlíně Otto Hahn, Lise Meitner a Fritz Strassmann.[23] Během 2. světové války se rozběhl jaderný program v řadě zemí. První řízená řetězová štěpná reakce se uskutečnila 2. prosince 1942 v reaktoru CP-1, který postavil Enrico Fermi v podzemí stadionu Chicagské univerzity.[22] Důvody pokusů byly jednak vědecké, ale také vojenské – reaktory založené na výsledcích Fermiho výzkumu pak sloužily pro výrobu plutonia pro použití v jaderných zbraních. K výrobě elektřiny byl jaderný reaktor poprvé využit 20. prosince 1951 ve výzkumné stanici EBR-I poblíž ARCA – IDAHO. Zařízení založené na rychlém množivém reaktoru dodávalo zpočátku výkon kolem 100 kW. Jaderné zdroje mají nyní přibližně 17% podíl na světové výrobě elektřiny a přibližně 7% podíl na spotřebě energie celkově. Historii rozvoje jaderné energetiky poznamenaly dvě velké nehody – v roce 1986 v Černobylu a podstatně menší v roce 1979 na Three Mile Island v USA.

Černobylská havárie

K havárii jaderné elektrárny v Černobylu[1] došlo časně ráno 26. dubna 1986. Po explozi bylo největším nebezpečím radioaktivní zamoření podstatné části severní polokoule. Zamoření bylo způsobeno únikem radioaktivity z reaktoru, který trval 10 dnů. Jednalo se o radioaktivní vzácné plyny, zejména izotopy xenonu a kryptonu. Dále unikly izotopy jódu v plynné fázi. Další těkavé prvky a sloučeniny, telur a cesium, se do ovzduší dostaly formou aerosolů nebo spolu s částicemi rozprášeného jaderného paliva. V menším zastoupení šlo o radioizotopy, jako jsou cer, zirkonium, barium, stroncium, plutonium a americium.

Výbuch v jaderné elektrárně vynesl radioaktivní látky do výše asi 1500 metrů. Tento radioaktivní mrak byl hnán větrem nejdříve nad Skandinávií. Ještě v den havárie vítr na Ukrajině změnil směr a vál kontaminovanou vzdušnou masu přes Polsko směrem

na Českou republiku a Rakousko. Radioaktivní jód, jehož únik hrál při nehodě významnou roli, má velmi krátký poločas (8 dní) a relativně brzy po nehodě se přirozeným způsobem rozložil na neškodné látky. Při zkoumání dlouhodobějších dopadů již jód dnes nehraje žádnou roli a na radioaktivním zamoření se již nepodílí. Horší situace je u stroncia a cesia, které mají poločas až 30 let a které se dostaly do potravinového řetězce. Černobylská havárie vyvolala asi 4000 rakovin štítné žlázy vinou úniku radioaktivního jódu.[1] Prokazatelně stála život několika stovek lidí a očekává se, že v následujících desetiletích dalších několik tisíc lidí v jejím důsledku zemře na zhoubné novotvary. Tato havárie je považována za nejvážnější jadernou havárii v historii. Stejně vážné jako přímé dopady na zdraví lidí a na životní prostředí byly i dopady rozporuplných informací a obrovské přehánění rozsahu následků obsažené ve zprávách médií a řadě pseudovědeckých publikací.

Dopady havárie na jaderný průmysl však nejsou tak fatální, jak se předpokládalo. Přes počáteční ostře odmítavou reakci médií a veřejnosti podíl jaderné energetiky na světové výrobě nepoklesl. Došlo k podstatnému zlepšení bezpečnosti a spolehlivosti jaderných elektráren. Pozornost se zaměřila nejen na technické vylepšení, ale i podstatné omezení pravděpodobnosti selhání lidského činitele. Začal se dlouhodobě kontrolovat obsah radionuklidů v lidském těle u vybraného vzorku obyvatel. Zjistilo se, že zatížení obyvatelstva není příliš velké a nevyžaduje zvláštní opatření. Radiační zátěž obyvatelstva byla menší, než jsou lidé vystaveni přírodnímu ozáření, tedy ze záření z vesmíru, z přírodních radioaktivních látek včetně radonu v bytech.[11]

1.2.4.3 Technické a spotřební předměty

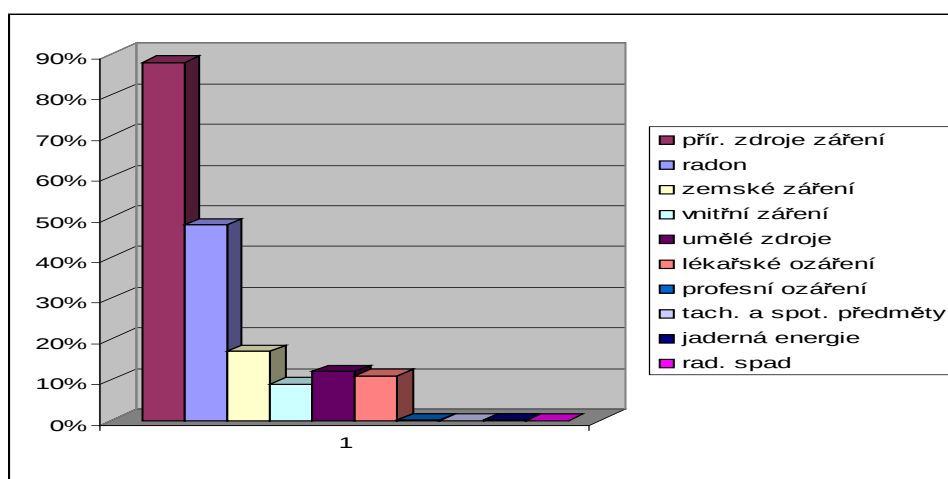
Výrobky moderní technologie, se kterými se stále častěji setkáváme i v běžném životě, mohou emitovat určité malé množství ionizujícího záření. Jedná se buď o generátory záření (obrazovky televizní, počítačové, přístrojové) nebo o přístroje obsahující radioaktivní látky v uzavřené či otevřené formě (např. požární hlásiče, radioaktivní svítící hmoty).

1.2.5 Průměrné roční ozáření z jednotlivých zdrojů

Uvedené hodnoty jsou převzaty ze zprávy UNSCEAR. Průměrné radiační dávky z jednotlivých zdrojů záření vztažené na 1 člověka za 1 rok:[21]

Tab. 1 Podíl ozáření z jednotlivých zdrojů

přírodní zdroje záření	celkem	88 %
	radon a jeho rozpadové produkty	48 %
	zemské (terestrální) záření	17 %
	vnitřní ozáření přírodními radionuklidy v těle	9 %
	kosmické záření (sekundární)	14 %
umělé zdroje ozáření	celkem	12 %
	lékařské ozáření	11 %
	profesní ozáření	0,08 %
	technické a spotřební předměty	0,02 %
	jaderná energetika (mimo havárie)	0,04 %
	radioaktivní spad	0,02 %



Graf 1 Průměrné radiační dávky jednotlivých zdrojů záření[21]

1.3 Ochrana před zdroji ionizujícího záření

1.3.1 Základní principy radiační ochrany

Cílem radiační ochrany je vyloučit deterministické účinky záření a riziko stochastických účinků udržovat na rozumně přijatelné nízké úrovni. Radiační ochrana je

systém organizačních a technických opatření k omezení ozáření fyzických osob a k ochraně životního prostředí.[25] Tyto požadavky jsou založeny na doporučeních různých mezinárodních institucí, zejména Mezinárodní komise pro radiační ochranu (ICRP).

Doporučení ICRP zahrnují tři základní principy radiační ochrany:

- **zdůvodnění činnosti**
 - každý, kdo využívá jadernou energii nebo provádí činnosti vedoucí k ozáření nebo ozáření v důsledku radiačních nehod, by měl dbát na to, aby toto jednání bylo odůvodněno přínosem, který vyváží rizika, která při těchto činnostech vznikají nebo mohou vznikat
- **optimalizace**
 - princip ALARA (As Low As Reasonably Achievable) – princip obsahující metody a nástroje, s jejichž pomocí lze udržovat všechny expozice tak nízké, jak lze dosáhnout s uvažováním souvisejících sociálních a ekonomických podmínek
- **limitování ozáření**
 - každý, kdo provádí činnosti vedoucí k ozáření, je povinen omezovat ozáření osob tak, aby celkové ozáření způsobené možnou kombinací ozáření z činností vedoucích k ozáření nepřesáhlo v součtu stanovené limity
- **zajištění bezpečnosti zdrojů**
 - bezpečnostní kultura musí usměrňovat přístupy a chování při používání zdrojů
 - ochrana a bezpečnost zdrojů musí být zajištěna řádným řízením, dobrou technikou, systémem zabezpečení jakosti, vzděláváním personálu.

1.3.2 Zajištění radiační ochrany na pracovištích s ionizujícím zářením

Organizační opatření

Na pracovištích s ionizujícím zářením se vymezuje sledované či kontrolované pásmo:

- **kontrolované pásmo** se na pracovištích se zdroji IZ vymezuje všude tam, kde by efektivní dávka mohla být vyšší než 6 mSv ročně nebo kde by ekvivalentní dávka mohla být vyšší než desetina limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny
- **sledované pásmo** se na pracovištích, kde se vykonávají radiační činnosti, vymezuje všude tam, kde se očekává, že efektivní dávka by mohla být vyšší než 1 mSv ročně nebo ekvivalentní dávka by mohla být vyšší než jedna desetina limitu ozáření pro oční čočku, kůži a končetiny
 - sledované pásmo se vymezuje jako zpravidla stavebně oddělená označená část pracoviště
 - ve sledovaném pásmu se zajišťuje pouze monitorování pracoviště

Fyzikální způsoby zajištění radiační ochrany

Existují tři základní faktory ochrany vůči účinkům vnějšího ozáření: vzdálenost, čas, a stínění:

- **vzdálenost** – dávkový příkon z bodových zdrojů záření se snižuje s druhou mocninou vzdálenosti od zdroje
- **čas** – obdržená dávka je úměrná době, po kterou záření na pracovníka působí; čím je kratší doba ozáření, tím je výsledná dávka nižší
- **stínění** – hodnota dávkového příkonu může být snížena pomocí použití vhodného stínění, protože v důsledku interakce záření s hmotou stínicího materiálu dochází k absorpci tohoto záření; optimální tloušťka stínění závisí na energii záření, druhu a aktivitě zdroje záření

1.4 Biologické účinky záření na lidský organismus

Primárním působením ionizujícího záření jsou fyzikální účinky na látku (ionizace a excitace atomů), které mohou vést následně k chemickým změnám a v případě živé tkáně i k biochemickým změnám.[8] Základními stavebními jednotkami všech živých tkání jsou buňky. Pro pochopení biologických účinků ionizujícího záření jsou proto rozhodující mechanismy působení záření na buněčné a subcelulární úrovni. Účinky záření na živou tkáň a organismy se z biologického a medicínského hlediska zabývá speciální obor radiobiologie.

Biologické systémy obvykle obsahují vysoké procento vody, a značná část energie záření se proto absorbuje ve vodě. Ionizující záření působí na molekulu vody radiolýzou vody. Radiolýzou vody vznikají vysoce reaktivní produkty, jako je hydroxylový radikál OH, vodíkový radikál H, hydratovaný elektron a v přítomnosti kyslíku vzniká také značné množství peroxidu vodíku H_2O_2 . Všechny tyto produkty mohou vyvolávat další sekundární reakce s biologickými molekulami, a hovoříme proto o nepřímém účinku záření, na rozdíl od přímého, kdy je energie záření přenesena bezprostředně na biologickou molekulu. Volné radikály vstupují v biologickém prostředí do mnoha reakcí. Je to např. lipoperoxidace tuků (za vzniku aldehydů), oxidace proteinů, glykace proteinů s glukózou, změny v řetězcích RNA a DNA, které mohou vést k smrti buňky nebo k mutacím.

Účinek záření na buňky

Výše zmíněné mechanismy radiačních účinků na subcelulární úrovni vyúsťují v účinky na základní stavební jednotky všech živých tkání – na buňky. Při ozáření buňky může dojít v zásadě ke genetickému poškození či ke smrti buňky.

Smrt buňky

Při značně vysokých dávkách záření (stovky Gy) dochází vlivem výše zmíněných mechanismů k destrukci a denaturaci důležitých složek buněčného obsahu, což může vést k bezprostřednímu usmrcení buňky i v klidovém období, tzv. interfázi (intervalu mezi dvěma buněčnými děleními) – dojde k nekróze buňky. Daleko častějším typem zániku buňky však je tzv. mitotická smrt buňky, k níž dochází v průběhu buněčného dělení – mitózy. Zde se poškození neprojeví okamžitě, ale až tím, že buňka není schopna se dále dělit – podlehně apoptóze. Mitotická smrt buňky nastává i při menších dávkách (jednotky Gy), které nestačí na vyvolání přímé smrti buňky v interfázi. Ukazuje se tedy, že buňky, které se rychle dělí, mají vyšší radiosenzitivitu (mitotická smrt je převládajícím typem buněčného zániku v důsledku ionizujícího záření).

Změny genetické informace buňky – mutace

Při menších dávkách záření nedochází bezprostředně k usmrcení buňky ani k zástavě buněčného dělení, avšak vzniklé radikály mohou vyvolat chemické změny

v DNA (deoxyribonukleová kyselina), které se někdy nepodaří opravit; a tím i změny v chromozomech nesoucích zakódované genetické informace. Tyto změny cytogenetické informace – mutace – se pak při dělení mohou přenášet na další buněčné generace. Podle svého rozsahu se mutace rozdělují na bodové neboli genové a chromozomové (chromozomové aberace či změny počtu chromozomů) Molekulární změny v biologicky důležitých látkách (v DNA, enzymech, proteinech) mohou vyústit ve funkční a morfologické změny v buňkách, orgánech i v organismu jako celku.

2 Cíle práce a hypotézy

Cíl práce

1. Porovnat úroveň obav pacientů spojených s různými druhy využívání ionizujícího záření ve zdravotnictví
2. Přinést ucelený a objektivní pohled na stav informovanosti laické veřejnosti v oblasti používání zdrojů ionizujícího záření a radioaktivity
3. Doporučit nejúčinnější formy a způsoby předávání informací k rozšíření celkového povědomí o této problematice

Hypotézy

Hlavní hypotéza:

Většina laické veřejnosti se nejvíce obává lékařského ozáření

K získání celkového obrazu problematiky a k eliminaci nejednoznačných výsledků jsem dále stanovila několik podhypotéz.

Podhypotézy

1. Většina respondentů má ze záření a radioaktivity obavy.
2. Respondenti obávající se záření a radioaktivity jsou o problematice hůře informováni než respondenti, kteří se neobávají.
3. Většina respondentů je před rentgenovým vyšetřením nedostatečně informována.
4. Většina respondentů preferuje jako zdroj získávání informací především zdravotnický personál.

3 Metodika

3.1 Vlastní metodika

K dosažení cílů a ověření hypotéz je zvolena kvantitativní forma výzkumu. Použitá technika sběru dat je dotazníková anketa (viz příloha č. 1). Dotazník obsahuje celkem 18 otázek a je metodicky rozdělen do několika tématických okruhů.

Úvodní část dotazníku zahrnuje oslovení, představení se respondentům, vysvětlení důvodu výzkumu a základní instrukce k vyplnění.

První tématický okruh (otázky č.1 a 2) slouží ke kategorizaci tazatelů podle věku a vzdělání. Otázky č.3 a 4 slouží ke zjištění, zda se respondenti zabývají oborem využívajícím radioaktivitu a ionizující záření či nikoli a jak často se podrobují vyšetření s užitím ionizujícího záření. Další oblastí (otázky č. 5–8) jsou otázky týkající se obav z využívání radioaktivity a ionizujícího záření. Otázky 4. tématického okruhu (otázky č. 9–15) se týkají ověření fyzikálních znalostí tazatelů a informovanosti o lékařském využití radioaktivity a IZ. Závěr dotazníku zjišťuje způsob a formy získávání informací. Vyplnění je zcela anonymní a dobrovolné.

3.2 Charakteristika souboru

Pro účely dotazníkového šetření byla zvolena jako statistický soubor laická veřejnost, a to klienti Mulačovy nemocnice s.r.o v Plzni. Do výzkumného souboru byli respondenti vybráni metodou náhodného výběru. Výzkum byl prováděn v období listopad 2009 až leden 2010. Během výzkumu bylo rozdáno 110 dotazníků. Ke zpracování jich bylo vráceno 100, což je 91% návratnost. Ze souboru byli vyřazeni dva respondenti, zabývající se profesionálně ionizujícím zářením. Ke zpracování bylo tedy použito pouze 98 dotazníků (96 %). Získaná data byla uspořádána do tabulek a graficky zpracována formou sloupcových grafů.

4 Výsledky

4.1 Výsledky dotazníkového šetření

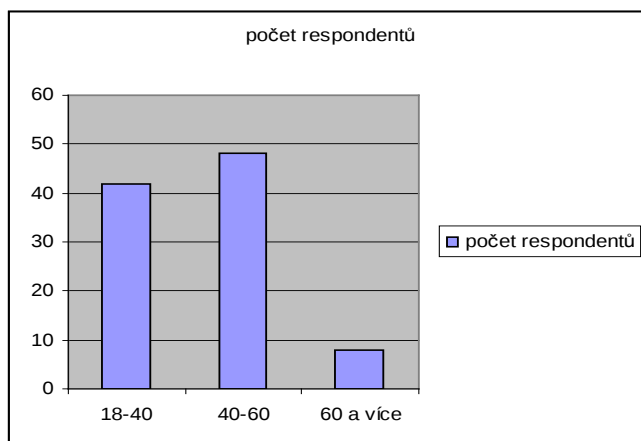
4.1.1 1. oblast – otázky sloužící k další kategorizaci tazatelů

Otázka č. 1: **Označte svoji věkovou kategorii:**

Z 98 respondentů (100 %) je 42 respondentů (43 %) ve věku 18–40 let, 48 respondentů (49 %) je ve věku 40–60 let a 8 respondentů (8 %) je ve věku 60 a více let.

Tab. 2 Věk a počet respondentů

věk	počet respondentů
18–40	42
40–60	48
60 a více	8



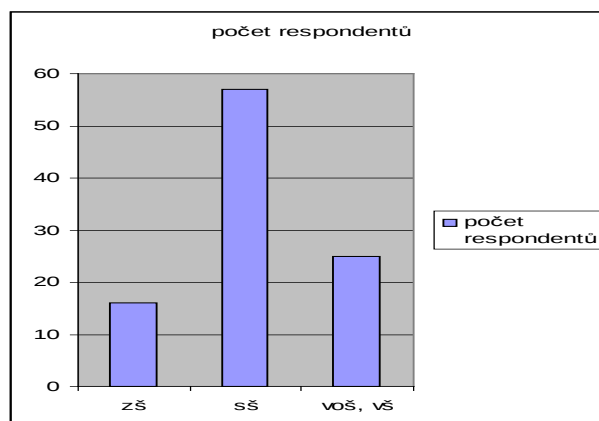
Graf 2 Počet respondentů v závislosti na jejich věku

Otázka č. 2: **Označte své nejvyšší dosažené vzdělání**

Z 98 respondentů (100 %) má 16 respondentů (16 %) základní vzdělání, 57 respondentů středoškolské (58 %) a 25 respondentů (26 %) vyšší odborné nebo vysokoškolské.

Tab. 3 Vzdělání a počet respondentů

vzdělání	počet respondentů
ZŠ	16
SŠ	57
VOŠ,VŠ	25



Graf 3 Počet respondentů v závislosti na dosaženém stupni vzdělání

4.1.2 2. oblast otázek

Otázka č. 3: **Zabýváte se oborem, který využívá radioaktivitu či ionizující záření?**

98 respondentů ze 100 se oborem týkající se radioaktivity a ionizujícího záření nezabývá, proto je lze řadit do skupiny laické veřejnosti. Pouze 2 respondenti (2 %) se oborem zabývají, a to jeden respondent s VŠ vzděláním ve věku od 40–60 let a jeden respondent s VOŠ ve věku od 18–40 let. Jelikož tito respondenti mají povědomí o této problematice, ze zpracování dotazníku byli vyřazeni.

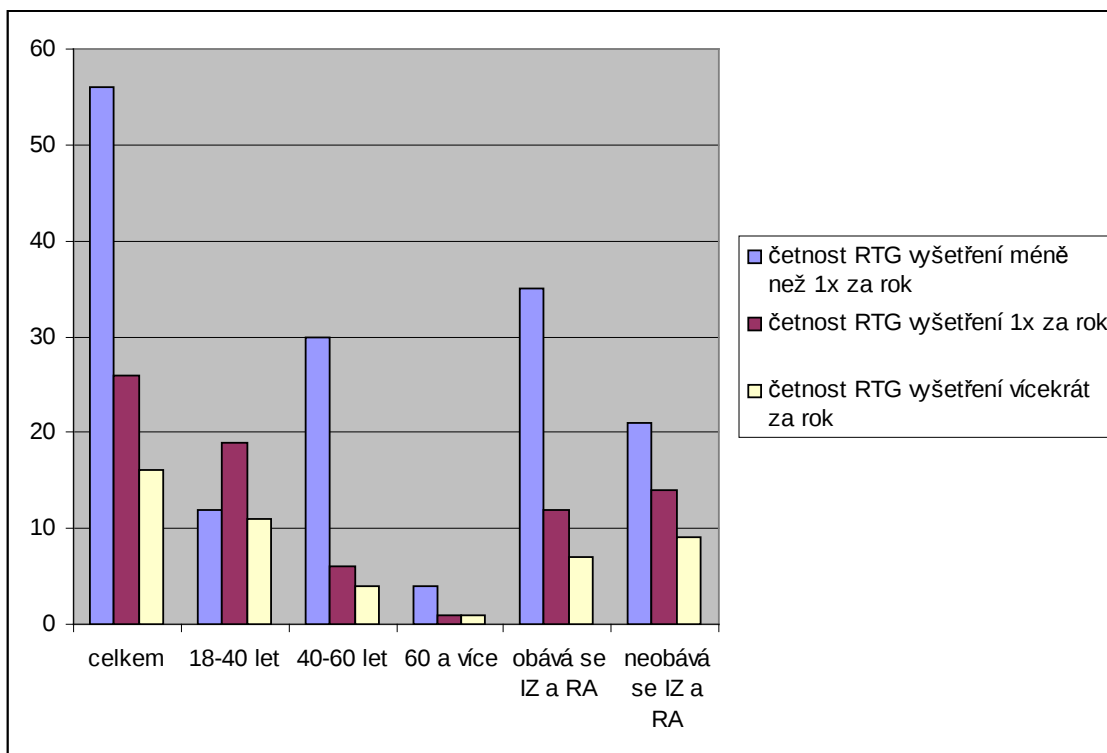
Otázka č. 4: **Jak často se podrobujete rentgenovému vyšetření?**

U této otázky jsem předpokládala, že respondenti, kteří se podrobují rentgenovému vyšetření vícekrát za rok, se budou mnohem více obávat účinků záření než respondenti, kteří navštěvují RDG oddělení méněkrát. Naopak z ankety vyšlo, že 56 respondentů (57 %) se podrobuje rentgenovému vyšetření méněkrát než jednou za rok, z toho se 21 respondentů neobává záření, což je 38 %, a 35 obavy má (62 %). 1x za rok se podrobuje vyšetření 26 respondentů (27 %), z toho se 14 respondentů neobává

(54 %) a 12 se záření obává (46 %). Vícekrát za rok absolvuje rentgenové vyšetření 16 respondentů (16 %). Z toho 9 (56 %) se jich vyšetření neobává a 7 (44 %) obavy má. Z výsledků vyplývá, že četnost vyšetření respondentů nemá na obavy ze záření vliv.

Tab. 4 Věk respondentů, četnost vyšetření a jejich obavy

Věk	méně než 1x za rok	1x za rok	vícekrát za rok
Celkem	56	26	16
18–40 let	12	19	11
40–60 let	30	6	4
60 a více	4	1	1
obává se IZ a RA	35	12	7
neobává se IZ a RA	21	14	9



Graf 4 Srovnání věku respondentů, četnosti vyšetření a jejich obav

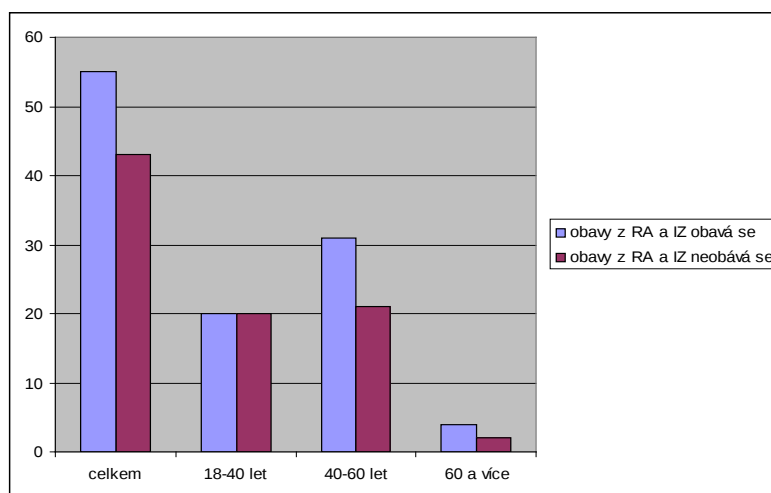
4.1.3 3. oblast – otázky týkající se obav z využívání radioaktivity a IZ

Otázka č. 5: **Pociťujete z radioaktivity a ionizujícího záření obavy?**

Více respondentů, a to 55 (56 %) se obává záření, 43 respondentů (44 %) z záření obavy nemá. Cílem otázky je zpřesnění cílové skupiny osob, na kterou je třeba se v rámci další potenciální edukace především zaměřit. Domnívám se, že lidé dosahující vyššího věku, se častěji setkávají se zdravotními problémy a z toho vyplývá, že přijdou do styku s medicínskými zdroji ionizujícího záření častěji, a proto se budou více obávat. Z grafu je zřejmé, že se nejvíce obávají respondenti ve věku 40–60 let.

Tab. 5 Věk respondentů a jejich obavy z radioaktivity a ionizujícího záření

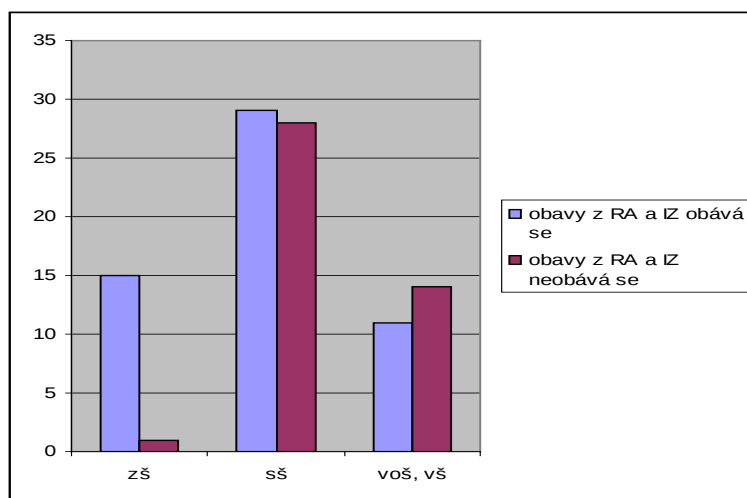
věk	obává se	neobává se
celkem	55	43
18–40 let	20	20
40–60 let	31	21
60 a více	4	2



Graf 5 Srovnání věku respondentů a jejich obav z radioaktivity a IZ

Tab. 6 Vzdělání respondentů a jejich obavy z radioaktivity a ionizujícího záření

vzdělání	obává se	neobává se
ZŠ	15	1
SŠ	29	28
VOŠ,VŠ	11	14



Graf 6 Srovnání vzdělání respondentů a jejich obav z radioaktivity a IZ

Otázka č. 6: Označte, prosím, pořadí následujících zdrojů, v jakém si myslíte, že přispívají k největší radiační zátěži obyvatel (1., 2., 3., 4.)?

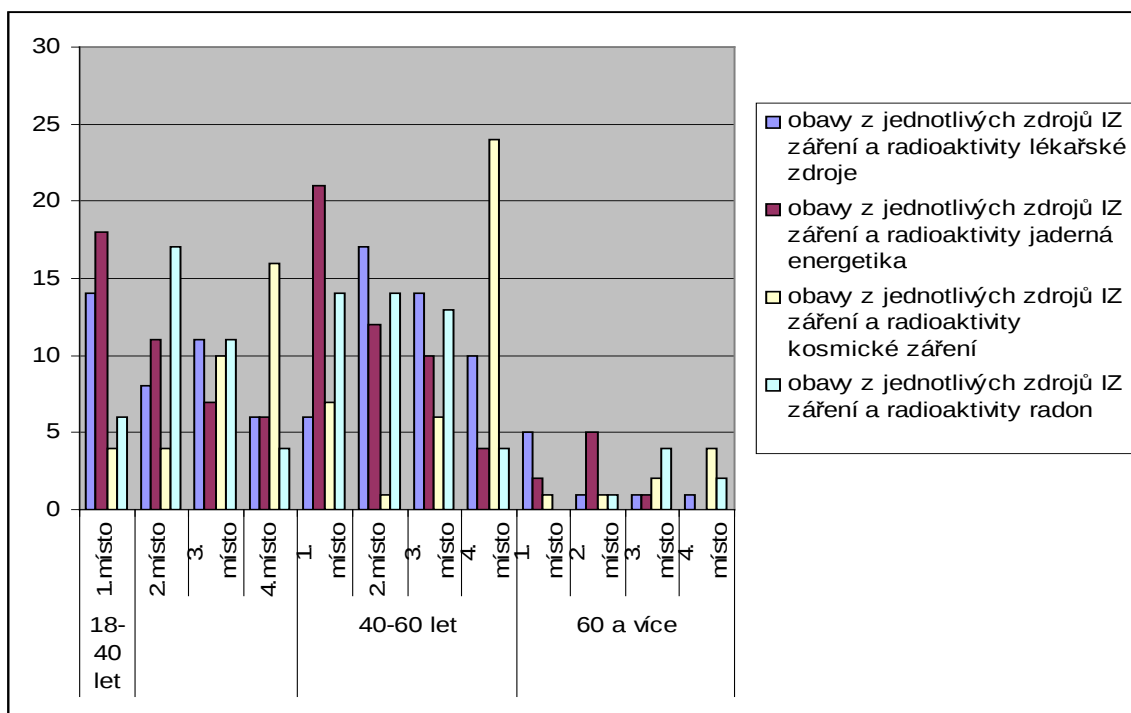
41 respondentů (42 %) se domnívá, že nejvíce přispívá k radiační zátěži obyvatel jaderná energetika, 25 respondentů (26 %) považuje za největší radiační zátěž lékařské zdroje záření, 20 respondentů (20 %) si myslí, že k největší radiační zátěži přispívá prvek radon. Kosmické záření považuje za nejvíce zatěžující 12 respondentů (12 %).

Tab. 7 Věk respondentů a jejich obavy z jednotlivých zdrojů záření

věk	pořadí	lékařské zdroje	jaderná energetika	kosmické záření	radon
18–40 let	1. místo	14	18	4	6
	2. místo	8	11	4	17
	3. místo	11	7	10	11
	4. místo	6	6	16	4
40–60 let	1. místo	6	21	7	14
	2. místo	17	12	1	14
	3. místo	14	10	6	13
	4. místo	10	4	24	4
60 a více	1. místo	5	2	1	0
	2. místo	1	5	1	1
	3. místo	1	1	2	4
	4. místo	1	0	4	2

Ačkoliv prvek radon způsobuje největší radiační zatížení populace (48%), jen 20 % lidí ho uvedlo za nejvíce ohrožující. Naopak nejvíce lidí uvedlo jadernou energie-

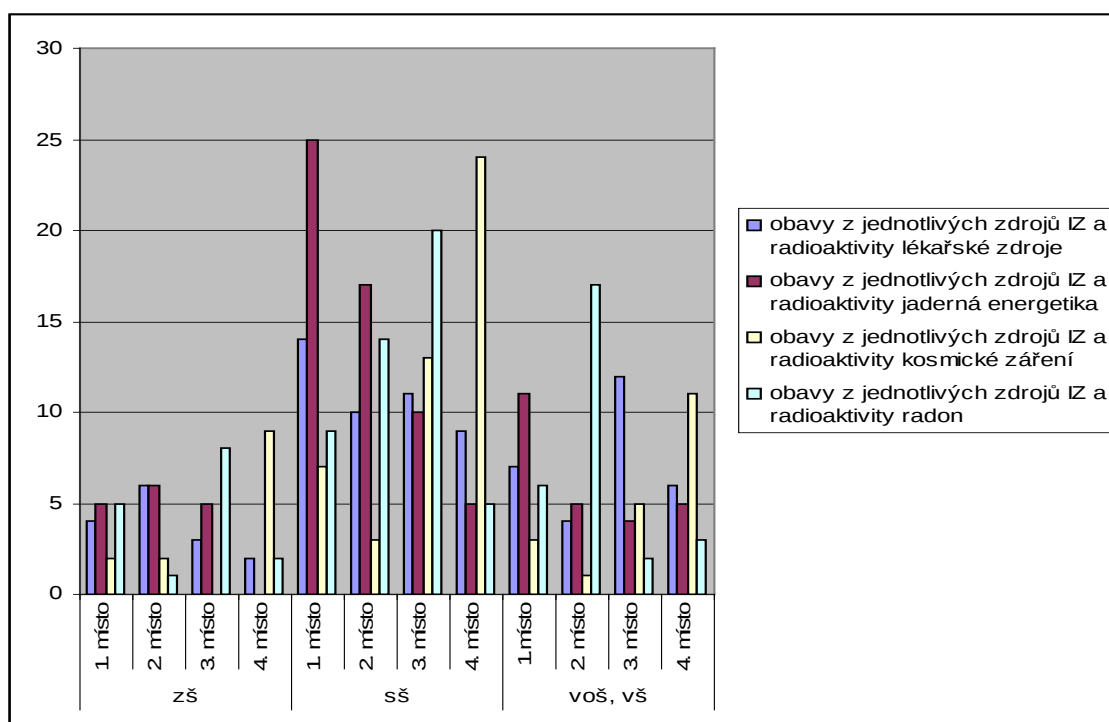
tiku, která patří do nejspodnějších příček žebříčku daných zdrojů Čtvrtina respondentů uvedla, že se nejvíce obávají lékařských zdrojů, a to především respondenti ve věku 18–40 let. Vzdělání nemá na obavy z jednotlivých zdrojů velký vliv.



Graf 7 Srovnání věku respondentů a jejich obav z jednotlivých zdrojů záření

Tab. 8 Vzdělání respondentů a jejich obavy z jednotlivých zdrojů záření

vzdělání	pořadí	lékařské zdroje	jaderná energetika	Kosmické záření	radon
ZŠ	1. místo	4	5	2	5
	2. místo	6	6	2	1
	3. místo	3	5	0	8
	4. místo	2	0	9	2
SŠ	1. místo	14	25	7	9
	2. místo	10	17	3	14
	3. místo	11	10	13	20
	4. místo	9	5	24	5
VOŠ, VŠ	1. místo	7	11	3	6
	2. místo	4	5	1	17
	3. místo	12	4	5	2
	4. místo	6	5	11	3



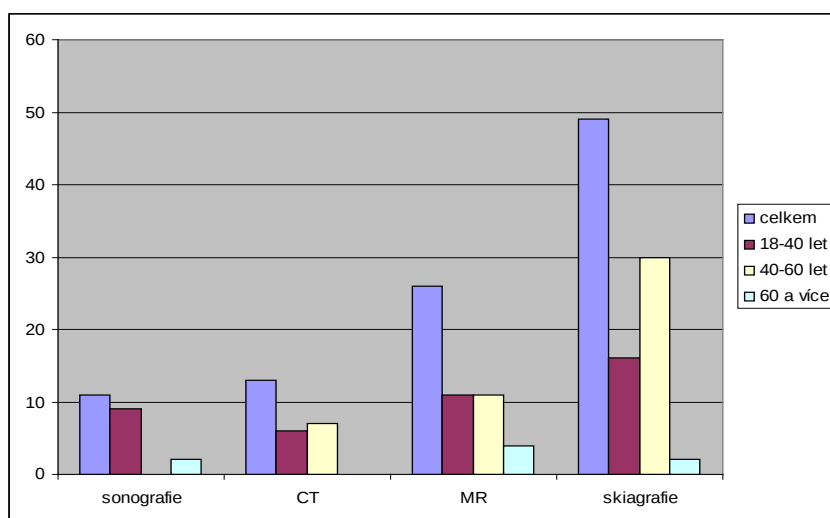
Graf 8 Srovnání vzdělání respondentů a jejich obav z jednotlivých zdrojů záření

Otázka č. 7: **Které z následujících vyšetření v oboru radiodiagnostika podle Vás způsobuje největší radiační zátěž?**

Respondenti zde měli uvést, které z následujících vyšetření v oboru radiodiagnostika je podle nich nejvíce radiačně zatěžující. Až 48 respondentů (49 %) uvedlo skiografii, 26 respondentů (27 %) uvedlo magnetickou rezonanci. CT považuje za zatěžující jen 13 % respondentů. Sonografii uvedlo 11 % respondentů. Z výsledků je zřejmé, že nejvíce se laická veřejnost obává klasického snímkování.

Tab. 9 Věk respondentů a jejich obavy z jednotlivých vyšetření

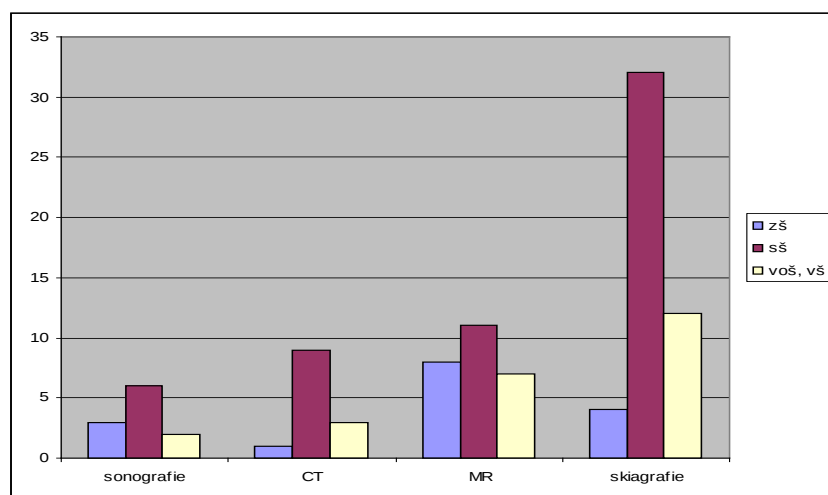
věk	sonografie	CT	MR	Skiografie
celkem	11	13	26	48
18–40 let	9	6	11	16
40–60 let	0	7	11	30
60 a více	2	0	4	2



Graf 9 Srovnání věku respondentů a jejich obav z jednotlivých vyšetření

Tab. 10 Vzdělání respondentů a jejich obav z jednotlivých vyšetření

vzdělání	sonografie	CT	MR	skiografie
ZŠ	3	1	8	4
SŠ	6	9	11	31
VOŠ, VŠ	2	3	8	12



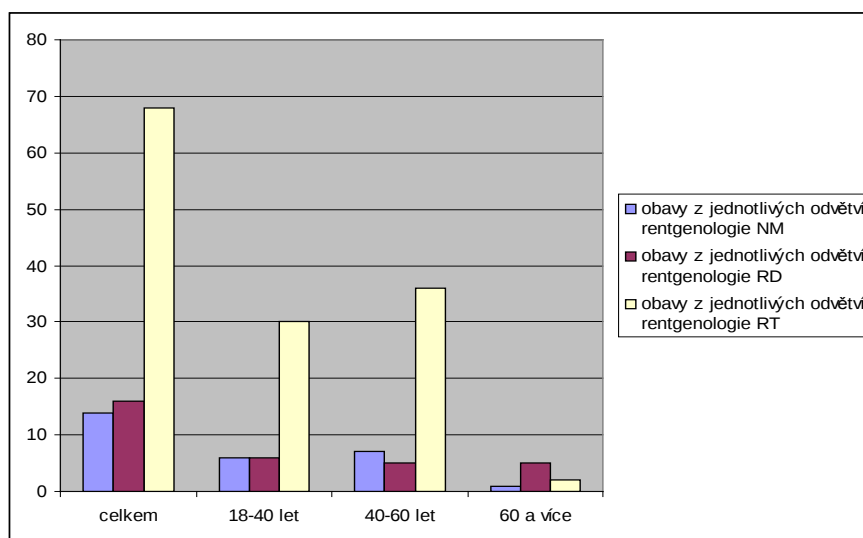
Graf 10 Srovnání vzdělání respondentů a jejich obav z jednotlivých vyšetření

Otázka č. 8: Z jakého odvětví rentgenologie máte největší obavy z hlediska radiační zátěže?

V této otázce mě zajímalo, z jakého odvětví rentgenologie má veřejnost největší obavy. Až 70 % respondentů si myslí, že radioterapie je nejvíce radiačně zatěžující, 16 respondentů (16 %) si myslí, že nejvíce přispívá k radiační zátěži radiodiagnostika, 14 respondentů (14 %) se z hlediska radiační zátěže obává nejvíce nukleární medicíny.

Tab. 11 Věk respondentů a jejich obava z jednotlivých zdrojů záření

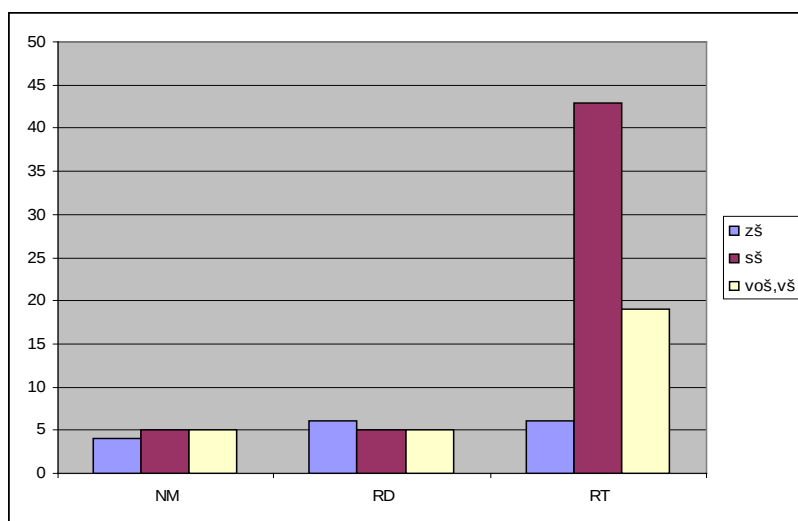
věk	NM	RD	RT
celkem	14	16	68
18–40 let	6	6	30
40–60 let	7	5	36
60 a více	1	5	2



Graf 11 Srovnání věku respondentů a jejich obav z jednotlivých zdrojů záření

Tab. 12 Vzdělání respondentů a jejich obava z jednotlivých zdrojů záření

vzdělání	NM	RD	RT
ZŠ	4	6	6
SŠ	5	5	43
VOŠ, VŠ	5	5	19



Graf 12 Srovnání vzdělání respondentů a jejich obav z jednotlivých zdrojů záření

4.1.4 4. oblast – ověření základních fyzikálních znalostí tazatelů

Otázka č. 9: Jaké si myslíte, že máte znalosti (informace) o problematice radioaktivity a IZ?

Pouze 4 % respondentů si myslí, že má dostatečné znalosti a je spokojena, 18 % respondentů si myslí, že má znalosti střední. Pro 78 % respondentů jsou jejich znalosti této problematiky nedostačující.

Tab. 13 Věk respondentů a jejich hodnocení vlastních znalostí

věk	velké	střední	malé
celkem	4	18	76
18–40 let	3	11	28
40–60 let	1	7	40
60 a více	0	0	8

Tab. 14 Vzdělání respondentů a jejich hodnocení vlastních znalostí

vzdělání	velké	střední	malé
ZŠ	0	0	16
SŠ	3	11	43
VOŠ, VŠ	1	7	7

Otázka č. 10: Rentgenové záření je označováno jako:

Účelem otázky bylo zjistit, zda lidé vědí, jak je označováno rentgenové záření. Nejvíce respondentů (48 %) uvedlo, že rentgenové záření se označuje jako záření alfa, 36 respondentů (36 %) správně odpovědělo, že rentgenové paprsky jsou označovány jako paprsky X, 15 respondentů (16 %) uvedlo, že rentgenové záření se nazývá beta zářením. Překvapující je názor respondentů s VŠ a VOŠ, kdy 17 z 25 respondentů jako odpověď uvedlo alfa záření.

Tab. 15 Věk respondentů a jejich znalosti názvu rentgenového záření

věk	X paprsky	alfa záření	beta záření
celkem	36	47	15
18–40 let	16	15	8
40–60 let	17	27	6
60 a více	3	5	1

Tab. 16 Vzdělání respondentů a jejich znalosti názvu rentgenového záření

vzdělání	X paprsky	alfa záření	beta záření
ZŠ	8	6	4
SŠ	23	24	8
VŠ, VOŠ	5	17	3

Otázka č. 11: Irrigoskopie je vyšetřovací metoda kontrastní látkou vyšetřující ledviny, střeva nebo žlučník?

61 respondentů (62 %) uvedlo, že irrigoskopie je vyšetření ledvin, 27 respondentů (28 %) odpovědělo správně a 10 respondentů (10 %) považuje irrigoskopii za vyšetření žlučníku.

Tab. 17 Věk respondentů a jejich znalosti irrigoskopie

věk	vyš. ledvin	vyš. střev	vyš. žlučníku
18–40 let	26	12	4
40–60 let	29	15	4
60 a více	6	0	2
celkem	61	27	10

Tab. 18 Vzdělání respondentů a jejich znalosti irrigoskopie

vzdělání	vyš. ledvin	vyš. střev	vyš. žlučníku
ZŠ	5	7	2
SŠ	39	3	7
VOŠ, VŠ	17	7	1

Otázka č. 12: **Víte, jakým způsobem se můžete před ionizujícím zářením chránit (více správných odpovědí)?**

Všechny otázky zodpovědělo správně pouze 14 respondentů (15 %). Dvě správné odpovědi označilo 36 lidí (37 %), na 1 správnou odpověď 42 lidí (42 %) a ani jedenkrát neodpovědělo správně 6 lidí (6 %).

Tab. 19 Věk respondentů a jejich znalosti ochrany před zářením

věk	všechny 3 správné odpovědi	1 správná odpověď	2 správné odpovědi	žádná správná odpověď
celkem	14	42	36	6
18–40 let	7	17	14	4
40–60 let	7	20	20	1
60 a více	0	4	2	1

Tab. 20 Vzdělání respondentů a jejich znalosti ochrany před zářením

vzdělání	všechny 3 správné odpovědi	1 správná odpověď	2 správné odpovědi	žádná správná odpověď
ZŠ	2	6	6	4
SŠ	3	26	26	1
VOŠ, VŠ	9	10	4	1

Otázka č. 13: **Jednotkou dávky ionizujícího záření je:**

V této otázce mě zajímalo, zda lidé vědí, jaká je jednotka dávky. To, že je jednotkou 1 Gy, vědělo 29 (30 %) respondentů.

Nejvíce respondentů, a to 49 (50 %), si myslí, že jednotkou dávky je 1 Ampér.

20 respondentů (20 %) se domnívá, že je jednotkou dávky 1 V/kg. Na správnost odpovědí na tuto otázku neměl vliv věk respondentů, vzdělání naopak ano. Správně odpověděli na danou otázku nejvíce respondenti se VŠ a VOŠ, tedy 11 z 25.

Tab. 21 Věk respondentů a jejich znalost jednotky dávky záření

věk	1 Gy	1 V/kg	1 Ampér
18–40 let	12	8	22
40–60 let	14	12	22
60 a více	3	0	5
celkem	29	20	49

Tab. 22 Vzdělání respondentů a jejich znalost jednotky dávky záření

vzdělání	1 Gy	1 V/kg	1 Ampér
ZŠ	5	1	10
SŠ	14	12	31
VOŠ, VŠ	11	6	8

Otázka č. 14: **Víte, v jakém skupenství se vyskytuje v přírodě radon?**

63 respondentů, což je 64 %, si správně myslí, že radon je prvek v plynném skupenství. Správně odpověděli respondenti se SŠ vzděláním a ve středním věku, 31 respondentů (32 %) si myslí, že prvek radon je ve skupenství pevném a 4 respondenti (4 %) považují radon za prvek ve skupenství kapalném. V této otázce odpověděli nejlépe respondenti se SŠ a VOŠ, tedy opět se ukázalo, že má vzdělání vliv na dané znalosti.

Tab. 23 Věk respondentů a jejich znalosti vlastností prvku radonu

věk	plynné	kapalné	pevné
celkem	63	4	31
18–40 let	23	1	16
40–60 let	35	2	13
60 a více	5	1	2

Tab. 24 Vzdělání respondentů a jejich znalosti vlastností prvku radonu

vzdělání	plynné	kapalné	pevné
ZŠ	4	1	7
SŠ	52	2	18
VOŠ, VŠ	10	1	6

Otázka č. 15: **Víte, co znamená zkratka SÚJB, pokud ano, prosím napište:**

Správně odpovědělo celkem 56 respondentů (57 %) a 42 respondentů (43 %) nevědělo, co zkratka SÚJB znamená, nebo odpověděli špatně. Nejlépe odpověděli respondenti ve věku 40–60 let a respondenti se středoškolským vzděláním.

Tab. 25 Věk respondentů a jejich znalost SÚJB

věk	správná odpověď	špatná odpověď
celkem	56	42
18–40 let	15	24
40–60 let	38	11
60 a více	3	5

Tab. 26 Vzdělání respondentů a jejich znalost SÚJB

vzdělání	správné odpovědi	špatné odpovědi
ZŠ	6	10
SŠ	42	15
VOŠ, VŠ	8	17

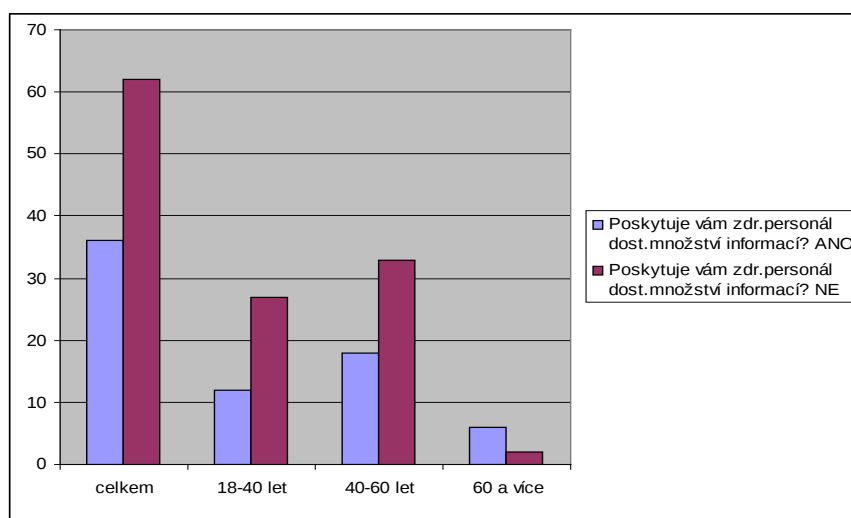
4.1.5 5. oblast – způsoby a formy získávání informací

Otázka č. 16: **Poskytuje Vám zdravotnický personál dostatečné množství informací před daným rentgenovým vyšetřením?**

V této otázce jsem zjišťovala, zda jsou pacienti spokojeni s poskytováním informací před daným rentgenovým vyšetřením. 62 respondentů (63 %) není spokojeno s poskytováním informací. Pouze skupina 36 respondentů je spokojena (37 %).

Tab. 27 Věk respondentů a jejich spokojenost s informacemi poskytovanými personálem RDG oddělení

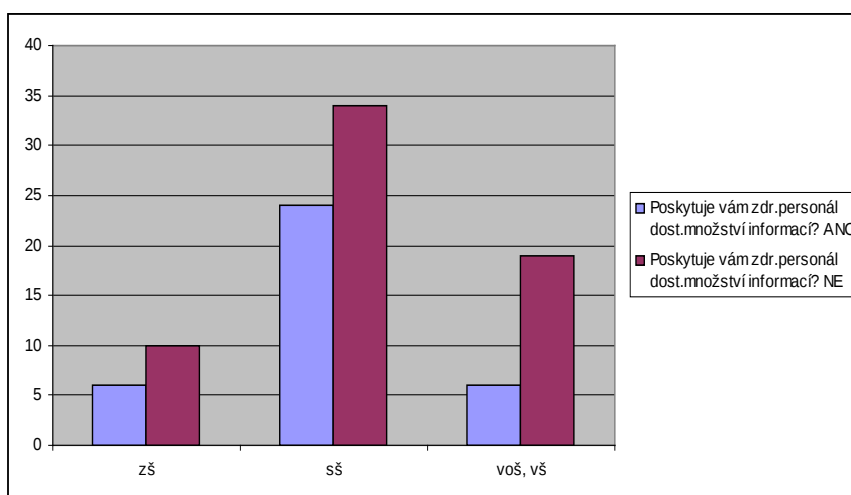
věk	ANO	NE
celkem	36	62
18–40 let	12	27
40–60 let	18	33
60 a více	6	2



Graf 13 Srovnání věku respondentů a jejich spokojenosti s informacemi poskytovanými personálem RDG oddělení

Tab. 28 Vzdělání respondentů a jejich spokojenost s informacemi poskytovanými personálem RDG oddělení

vzdělání	ANO	NE
ZŠ	6	10
SŠ	24	34
VOŠ, VŠ	6	19



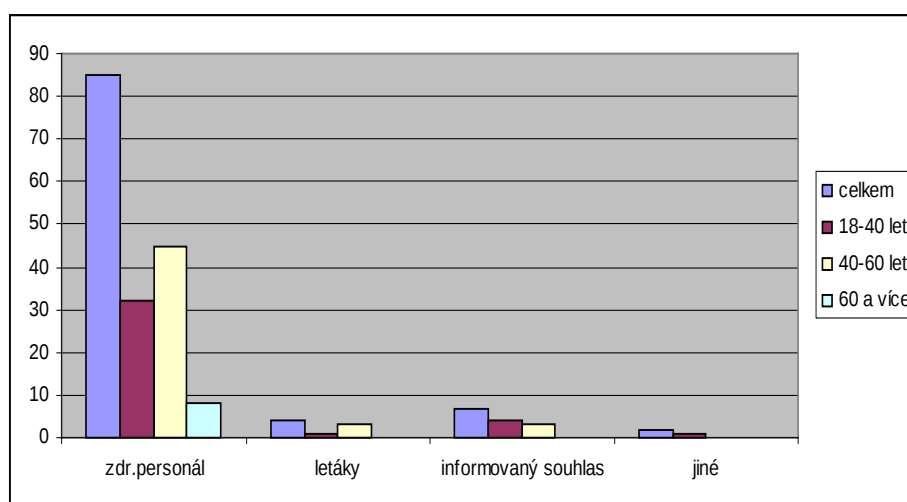
Graf 14 Srovnání vzdělání respondentů a jejich spokojenosti s informacemi poskytovanými personálem RDG oddělení

Otázka č. 17: Jaký způsob získávání informací od zdravotnického personálu při lékařských vyšetřeních preferujete?

85 respondentů (87 %) preferuje získávání informací především osobním kontaktem se zdravotnickým personálem, a to bez ohledu na věk či vzdělání. 7 lidí (7 %) preferuje informovaný souhlas, 4 lidi (4 %) preferují získávání informací prostřednictvím letáků, 2 respondenti upřednostňují příjem informací jiným způsobem než bylo uvedeno ve výběru.

Tab. 29 Věk respondentů a způsob získávání informací, jenž preferují

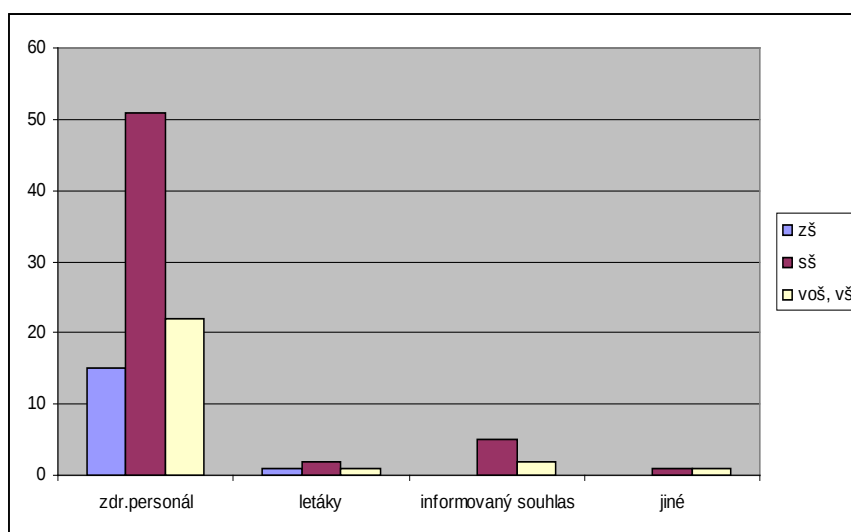
věk	zdr. personál	letáky	informovaný souhlas	jiné
celkem	85	4	7	2
18–40 let	32	1	4	1
40–60 let	45	3	3	0
60 a více	8	0	0	0



Graf 15 Srovnání věku respondentů a způsobu získávání informací, jenž preferují

Tab. 30 Vzdělání respondentů a způsob získávání informací, jenž preferují

vzdělání	zdr. personál	letáky	informovaný souhlas	jiné
ZŠ	15	1	0	0
SŠ	51	2	5	1
VOŠ, VŠ	22	1	2	1



Graf 16 Srovnání vzdělání respondentů a způsobu získávání informací, jenž preferují

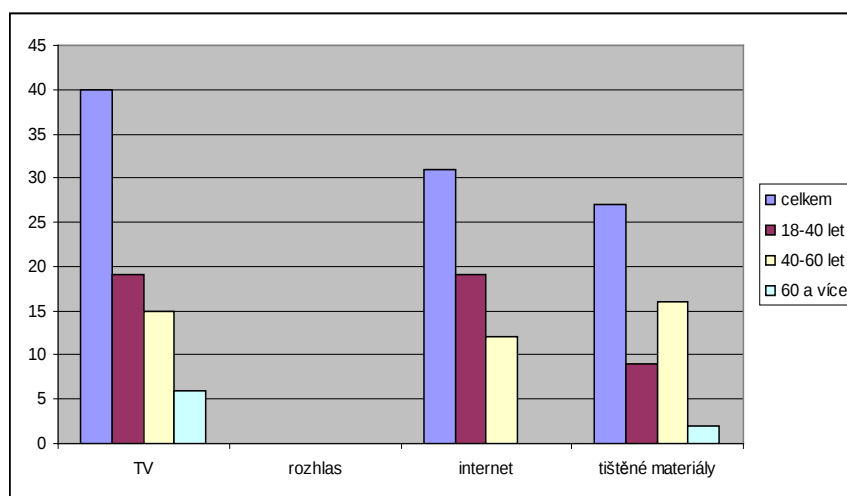
Otázka č. 18: Jaké způsoby získávání informací využíváte nejčastěji?

Touto otázkou bych chtěla získat informaci, jakou formu edukace považují respondenti za nejpřínosnější.

40 respondentů (41 %) využívá nejčastěji k získávání informací televizní vysílání, 31 respondentů využívá nejčastěji internet, to je 32 %, 27 respondentů (28 %) využívá nejčastěji letáky či knihy. Respondenti ve věku 40–60 let častěji než televizní vysílání využívají tištěné materiály. Vedle TV využívají k získávání informací letáky též respondenti se ZŠ a VOŠ. Respondenti se SŠ nejvíce využívají internet.

Tab. 31 Věk respondentů a způsob získávání informací z médií

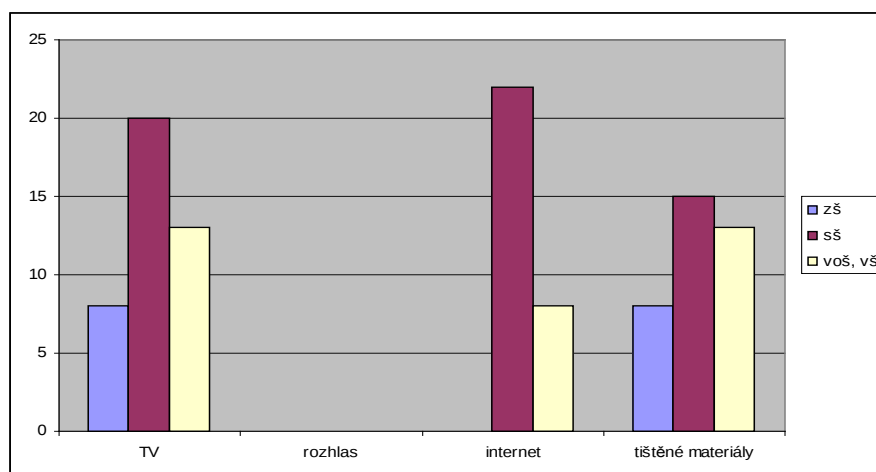
věk	TV	rozhlas	internet	tištěné materiály
celkem	40	0	31	27
18–40 let	19	0	19	9
40–60 let	15	0	12	16
60 a více	6	0	0	2



Graf 17 Srovnání věku respondentů a způsobu získávání informací z médií

Tab. 32 Vzdělání respondentů a způsob získávání informací z médií

vzdělání	TV	rozhlas	internet	tištěné materiály
ZŠ	8		0	8
SŠ	20		22	15
VOŠ, VŠ	13		8	13



Graf 18 Srovnání vzdělání respondentů a způsobu získávání informací z médií

5 Diskuse

5.1 Vyhodnocení výsledků

Hlavní hypotéza práce zní: *Většina laické veřejnosti se nejvíce obává lékařského ozáření.* Z odpovědí respondentů na otázku č. 6 dotazníku vyplývá, že nejvíce respondentů, a to 42 %, považuje z hlediska radiační zátěže za nejvíce zatěžující jadernou energetiku, 26 % respondentů lékařské zdroje záření, 20 % respondentů zátěž radonem a 12 % respondentů se nejvíce obává kosmického záření. Z výsledků je zřejmé, že respondenti se nejvíce obávají jaderné energetiky. Na základě těchto výsledků je třeba hypotézu práce odmítnout.

5.1.1 Hypotéza: *Většina respondentů má ze záření a radioaktivity obavy*

Na otázku „Pocítujete z radioaktivity a ionizujícího záření obavy?“ odpovědělo kladně 56 % respondentů, 44 % respondentů uvedlo, že obavy nepocítuje. Navzdory nevelkému rozdílu se domnívám, že lze hypotézu pokládat za potvrzenou.

5.1.2 Hypotéza: *Respondenti obávající se záření a radioaktivity jsou o této problematice hůře informováni než respondenti, kteří se neobávají*

Vyhodnotila jsem a porovнала výsledky, jichž dosáhla skupina respondentů obávajících se záření a skupina respondentů ionizujícího záření se neobávajících. Klíčovou otázkou pro rozdělení respondentů na tyto dvě skupiny byla jejich odpověď na otázku č. 5: „Pocítujete z radioaktivity a ionizujícího záření obavy?“ Pro posouzení jejich znalostí pak sloužila 4. skupina otázek dotazníku. Správné zodpovězení otázek č. 10, 11 a 13–15 bylo hodnoceno jedním bodem, otázka č. 12, na niž bylo více správných odpovědí, byla hodnocena až třemi body. Maximální počet bodů, jichž bylo možno v testu dosáhnout, byl tedy 8. Výsledky testu jsem uvedla pro přehlednost v procentech. Plný počet 8 bodů představuje 100 %.

Tab. 33 Výsledky znalostního testu skupin respondentů s ohledem na jejich obavy

obává se		neobává se	
počet resp.	spr. odp. (%)	počet resp.	spr. odp. (%)
3	13	3	13
10	25	7	25
12	38	11	38
7	50	12	50
9	63	10	63
2	75	8	75
		3	89
		1	100

Ze zjištěných hodnot jsem vypočetla průměrný výsledek znalostního testu pro obě skupiny respondentů.

Průměrné hodnocení testu μ_1 respondentů obávajících se radioaktivity a IZ je

$$\mu_1 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \frac{1}{43} 3 \cdot 13 + 10 \cdot 25 + 12 \cdot 38 + 7 \cdot 50 + 9 \cdot 63 + 2 \cdot 75 = 42,14 \%$$

Průměrné hodnocení testu μ_2 respondentů obávajících se radioaktivity a IZ je

$$\mu_2 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \frac{1}{55} 3 \cdot 13 + 7 \cdot 25 + 11 \cdot 38 + 12 \cdot 50 + 10 \cdot 63 + 8 \cdot 75 + 3 \cdot 89 + 100 = 51,44 \%$$

Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 34 Průměrný výsledek znalostního testu skupin respondentů s ohledem na jejich obavy z ionizujícího záření

obavy z radioaktivity a IZ	obává se	neobává se
počet respondentů	43	55
průměrné hodnocení testu (%)	42,14	51,44

Z vypočtených hodnot vyplývá, že respondenti, kteří nepociťují z ionizujícího záření obavy, dosáhli ve znalostním testu lepších výsledků. Významnost tohoto rozdílu je třeba ověřit statisticky. K posouzení jsem použila dvojitý t-test pro testování hypotézy o rovnosti středních hodnot. Při použití t-testu by měly být rozptyly obou výběrů zhruba stejné, proto jsem nejdříve srovnala hodnotu rozptylů pomocí F-testu.

Určila jsem rozptyly hodnot výsledků pro obě skupiny respondentů:

$$\sigma_1'^2 = \frac{1}{n-1} \sum n_i (x_i - \mu_1)^2 = \frac{1}{43-1} \sum (x_i - 42,14)^2 = 290,46$$

$$\sigma_2'^2 = \frac{1}{n-1} \sum n_i (x_i - \mu_2)^2 = \frac{1}{55-1} \sum (x_i - 51,44)^2 = 438,99$$

Stanovila jsem nulovou a alternativní hypotézu o rovnosti rozptylů:

$$H_0: \sigma_1'^2 = \sigma_2'^2$$

$$H_a: \sigma_2'^2 > \sigma_1'^2$$

Pro dvojvýběrový F-test platí:

$$F_{\text{exp}} = \frac{\sigma_2'^2}{\sigma_1'^2} = \frac{438,99}{290,46} = 1,51$$

Kritický obor je

$$W = \langle F_{n_1-1, n_2-1}(\alpha), \infty \rangle$$

Kritická hodnota F-testu pro $n_1 - 1 = 42$, $n_2 - 1 = 54$ a hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ hodnotu je podle tabulek^[5] $F = 1,66$.

$$W = \langle 1,66, \infty \rangle$$

Protože $F_{\text{exp}} \notin W$, můžeme přijmout nulovou a zamítnout alternativní hypotézu. Rozdíl mezi rozptyly souborů není statisticky významný.

Ke zjištění významnosti rozdílů středních hodnot výsledků vědomostního testu lze použít dvojvýběrový t-test. Stanovila jsem nulovou a alternativní hypotézu:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Vypočetla jsem experimentální t kritérium pro dvojvýběrový t-test:

$$t_{\text{exp}} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1-1)\sigma_1'^2 + (n_2-1)\sigma_2'^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_{\text{exp}} = \frac{42,14 - 51,44}{\sqrt{(43-1)290,46 + (55-1)438,99}} \sqrt{\frac{43 \cdot 55 (43 + 55 - 2)}{43 + 55}} = -3,38$$

Kritický obor W je:

$$W = (-\infty, -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup \langle t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2), \infty \rangle.$$

Kritická hodnota t-testu podle tabulek^[5] pro hladinu významnosti $\alpha/2 = 0,025$ a počet stupňů volnosti $n_1 + n_2 - 2 = 96$ činí $t = 1,960$. Kritický obor je pak

$$W = (-\infty, -1,960) \cup (1,960, \infty)$$

Jelikož $t_{\text{exp}} \in W$, je nutno zamítnout nulovou hypotézu a přijmout hypotézu alternativní. Mezi výsledky vědomostního testu obou skupin respondentů je statisticky významný rozdíl ve prospěch skupiny respondentů neobávajících se radioaktivity a ionizujícího záření. Lze tedy předpokládat, že neznalost problematiky přispívá k obavám veřejnosti z radioaktivity a ionizujícího záření.

5.1.3 Hypotéza: *Většina respondentů je před rentgenovým vyšetřením nedostatečně informována.*

Na otázku „Poskytuje Vám zdravotnický personál dostatečné množství informací před daným rentgenovým vyšetřením?“ odpovědělo kladně 37 % respondentů a záporně 63 % respondentů. Hypotézu lze tedy považovat za prokázanou.

5.1.4 Hypotéza: *Většina respondentů preferuje jako zdroj získávání informací především zdravotnický personál.*

Na otázku „Jaký způsob získávání informací od zdravotnického personálu při lékařských vyšetřeních preferujete?“ odpovědělo 87 % respondentů, že preferuje získání informací v osobním kontaktu se zdravotnickým personálem, 7 % preferuje informace obsažené v informovaném souhlasu, 4 % preferují získávání informací prostřednictvím informačních letáků a 2 % respondentů si nevybrala žádnou z nabízených odpovědí. Hypotézu lze tedy pokládat za prokázanou.

5.2 Diskuse

Cílem výzkumné části práce bylo porovnat úroveň obav veřejnosti spojených s různými druhy využívání ionizujícího záření. Domnívám se, že lidé nepřicházející profesionálně do styku s informacemi z oblasti týkající se jakéhokoli využívání ionizujícího záření a radioaktivity mají nedostatečné znalosti, z čehož pramení obava ze záření. Nejvíce se obává záření a radioaktivity věková skupina respondentů mezi 40–60

lety. Jak jsem se již zmiňovala v kapitole č. 3 Metodika, ze 16 respondentů se základním vzděláním se jich 15 záření obává. Je tedy zřejmé, že má dosažené vzdělání na obavy ionizujícího záření a radioaktivity vliv. Je veliký rozdíl mezi tím, čeho se veřejnost obává, a tím, co je skutečně ohrožuje. Anketa ukázala, že se obavy respondentů soustřeďují hlavně na možnost nežádoucího ozáření, které souvisí s využíváním jaderných zařízení. Pro 42 % tazatelů je jaderná energetika nejvíce zatěžujícím zdrojem záření, přičemž jaderná energetika se na ozáření populace zdaleka nepodílí největší měrou. Domnívám se, že na negativní přístup veřejnosti k této otázce má vliv černobylská havárie, v důsledku které došlo u mnoha lidí ke vzniku psychosociálních poruch. Došlo k poškození psychiky jak u skutečně ozářených, tak i u domněle ozářených. Velký vliv měla neinformovanost a pověry panující mezi lidmi. Neinformovanost o skutečně obdržené dávce záření a neznalosti o reálném efektu takové dávky způsobila u některých jedinců velké psychické trauma. Psychický dopad to mělo a ještě v současné době má samozřejmě i na obyvatelstvo ČR, kdy byla tato událost hodně medializovaná, a proto z ní lidé měli a i dodnes mají takové obavy. Myslím si, že největší měrou se může obavám lidí zabránit osvětou a plnou informovaností o daných účincích ionizujícího či neionizujícího záření.

Z průzkumu vyplývá, že za nejvíce radiačně zatěžující považuje plyn radon v budovách jen 20 % z celkového počtu 98 respondentů, přičemž právě radon se podílí na celkovém ozáření populace 48 %.[21] Tento výsledek opět poukazuje na nedostatečnou informovanost. Zajímavé je srovnání provedeného omnibusového šetření informovanosti obyvatelstva o přírodním plynu radon, které bylo provedeno paní Ivanou Fojtíkovou a Jiřím Hůlkou ze Státního ústavu radiační ochrany v Praze v roce 2000.[3] Šetření bylo založeno na rozhovorech s 1100 občany staršími 18 let v rámci celé České republiky. Respondenti byli požádáni o srovnání škodlivosti radonu a jaderného energetického zařízení. 27 % lidí nemělo názor, tudíž neznali rozdíly ve škodlivosti mezi těmito zdroji. To, že je prvek radon škodlivější, odpovědělo pouze 15 % dotazovaných. Na rozdíl od mého průzkumu, kde nemohu říct, že má na 6. otázku mé ankety vliv vzdělání, v tomto šetření se se vzrůstajícím dosaženým vzděláním zvyšoval počet správných odpovědí. Odpovědi na dotaz, kdo by se měl zabývat problémem odstraňo-

vání radonu, si většina občanů myslela, že by měl za ně někdo problém řešit. Podle provedeného průzkumu SÚRO by se zdálo, že míra informovanosti o radonu je poměrně vysoká a veřejnost tehdy byla připravena spolupracovat při snižování rizika. Ovšem praktické zkušenosti s implementací radonového programu v ČR však toto očekávání vyvracely. V obcích ležících na podloží s vysokým radonovým indexem se našli obyvatelé, kteří byli ochotni si radon v budovách nechat změřit. Ale v případě zjištění vyšší koncentrace radonu bylo nejčastější reakcí odmítnutí dalšího šetření. Vzhledem k tomu, že žádný člověk nikdy v životě hmatatelně radon nepoznal, neviděl ho, necítil, zdánlivě ho ničím neobtěžuje, lidé mají sklon tuto problematiku podceňovat. Myslím si, že by se o radonu jako takovém mělo asi více mluvit v médiích, případně zvolit nějakou jinou vhodnou formu k předávání daných informací o radonové problematice, aby lidé o této problematice získali lepší povědomí.

Výsledky anketní otázky týkající se lékařského ozáření mě velice překvapily. Vzhledem k mému pracovnímu zaměření, kdy se velice často setkávám s velkými obavami pacientů z lékařského ozáření, jsem čekala obavy u většího počtu dotázaných respondentů. Proto jsem stanovila hypotézu, že se bude nejvíce lidí obávat lékařských zdrojů. Z průzkumu vyplynulo, že se obává 26 % z celkového počtu 98 respondentů. Na obavu z lékařských zdrojů záření má především vliv věk, kdy se ionizujícího záření obává 5 z celkového počtu 8 respondentů ve věku 60 a více let. Domnívám se, že je to právě proto, že navštěvují vzhledem k horšímu zdravotnímu stavu RDG oddělení častěji, proto se více obávají. Na obavy z lékařského ozáření mají také jistě vliv časté indikace k výkonům spojených s ozářením. Jen u některých lékařů se totiž vžilo pravidlo uvažovat nad každou indikací k rentgenovému vyšetření, využívat výsledků vyšetření provedených se stejným zaměřením v nedávné době, nepodléhat tlaku indikovat vyšetření z administrativních důvodů či alibismu. U části lékařů, zejména starších, přetrvává nevhodně velkorysý nebo spíše povrchní přístup, jsou ochotni trpět vypisování žádanek, nevhodně volí frekvence kontrol.[9] Je-li vysoká pravděpodobnost, že radiodiagnostická vyšetření významně ovlivní rozhodování, je indikace nesporná. Zamítnutí indikace je namísto jen v případě, že je přínos vyšetření nulový. Vážnou námitkou lékařů proti zamítnutí málo zdůvodněné indikace je právní hledisko. Například neprovedený snímek

lebky po úrazu hlavy by mohl být důvodem výtky vyšetřovatelů a soudců. Důvodem k častým a někdy nesprávným indikacím je také nevědomost lékařů. Někteří zdravotníci dosud nerozlišují velikost radiační zátěže u různých typů vyšetření a rizika všech vyšetření považují za srovnatelná. Orientační průzkum mezi lékaři ukazuje, že až třetina lékařů podhodnocuje dávky z rentgenového vyšetření, zejména u počítačové tomografie.[26] Lékař by měl především vyvinout veškeré úsilí k získání dřívějších snímků, aby se omezilo jejich opakování. To do budoucna pomůže přenos digitálních dat elektronickým spojením. Dále by neměl lékař zbytečně indikovat vyšetření, o němž lze předpokládat, že jeho výsledky neovlivní léčení. Usměrnování lékařů, jejich výchova k racionálním indikacím trpěla již v minulosti nedostatkem vhodných nástrojů k jejich oslovení. Zásadní obrat se očekává od dokumentu „Indikační kritéria pro zobrazovací metody“, jehož vydání se připravuje ve spolupráci SÚJB a Ministerstva zdravotnictví ČR. Chyba je také na straně některých pacientů, kteří se rentgenového vyšetření opakovane dožadují, přestože každá nezdůvodněná expozice je zbytečná a měla by se vyloučit. Mívají pocit, že teprve prostřednictvím rentgenového vyšetření se jim dostane náležité péče, takže je na lékaři sami vyžadují. Nejlepším prostředkem ke správnému pochopení této poměrně složité problematiky by měly být správně a srozumitelně podané informace. Pouze poučená veřejnost se může aktivně podílet na spolurozhodování o své zdravotní péči, o ochraně životního prostředí a dalších problémech, které s tím souvisí. Co se týče otázky č. 7, týkající se obav z jednotlivých zdrojů v oboru radiodiagnostika, 49 % respondentů považuje klasické snímkování za nejvíce radiačně zatěžující, což poukazuje opět na neinformovanost veřejnosti v této oblasti. Jen 13 % z 98 respondentů odpovědělo, že se nejvíce obává počítačové tomografie, přičemž ta má spolu s intervenčním vyšetřením v oboru radiodiagnostiky největší podíl na ozáření. Lékařskému ozáření, k němuž patří i vyšetření pomocí CT, se v současné době podrobuje stále více pacientů. V současné době se v České republice registruje 400 000 CT vyšetření za rok. Na 10 miliónů obyvatel to představuje 4 % vyšetřených, ovšem za předpokladu, že každý pacient navštíví toto vyšetření jen jedenkrát za rok. Ve Velké Británii tato hodnota činí 5 % a v USA dokonce 20%.[26] Jeden pacient tam může podstoupit CT vyšetření i několikrát za rok. CT vyšetření podstupují především pacienti, u nichž je

nutné diagnostikovat rozsah vnitřních zranění, rovněž je toto vyšetření indikováno u pacientů vyšších věkových kategorií s vážným či jiným obtížně odhalitelným onemocněním. Přínos vyšetření zde významně převyšuje riziko spojené s nežádoucími účinky ionizujícího záření a jejich indikace je nezpochybnitelná. Na druhé straně existuje velký počet případů, kdy je CT nesprávně indikováno a přínos pro pacienta není dostatečně zdůvodněn. Velkou skupinu tvoří případy, kdy je možné použít alternativní diagnostickou metodu. Na základě orientačního šetření ve Velké Británii odhalili, že až jedna třetina CT vyšetření mohla být nahrazena méně zatěžující alternativní metodou, což by výrazně přispělo k snížení radiační zátěže.[26] 11 % respondentů se domnívá, že nejvíce radiačně zatěžující metodou je sonografické vyšetření. Při tomto vyšetření se ovšem ionizujícího záření neužívá. Tento výsledek opět poukazuje na neinformovanost laické veřejnosti v této oblasti, což potvrzuje hypotézu práce. Nejen neodůvodněné obavy z nesprávných zdrojů záření poukazují na nedostatečnou informovanost, ale i výsledek otázek 10–15, týkajících se známých pojmů v tomto oboru, kde respondenti odpovídali správně pouze na 2 otázky.

Anketa dále poukázala na nespokojenost respondentů (63 %) s poskytováním informací před daným rentgenovým vyšetřením. Tuto otázku jsem do ankety volila z důvodu mých vlastních pracovních zkušeností, kdy se setkávám nejen při klasickém snímkování, ale především při různých speciálních vyšetřeních, ať je to vylučovací urografie, nebo irrigoskopie či enteroklýza právě s velkou neinformovaností pacientů. Z jedné strany se domnívám, že lékaři neříkají průběh vyšetření záměrně, jelikož by pak třeba pacienti dané vyšetření ze strachu ani neabsolvovali. I přesto si myslím, že by mohli alespoň nastínit, konkrétně, o jaké vyšetření se jedná. Pacienti velice často vůbec neví, jaká část těla se jim bude vyšetřovat a třeba mají z daného vyšetření i zbytečný strach. Pacienti by také měli vědět, že nemusí dát k vyšetření souhlas, zejména u počítačové tomografie, která je spojena s vyšší dávkou záření. I když nejsou pacienti s poskytováním informací spokojeni, i přesto zdravotnický personál považují za preferující prvek k předávání informací (87 %).

3. vytýčeným cílem bylo doporučit nejúčinnější formy a způsoby předávání informací k rozšíření celkového povědomí veřejnosti v této problematice. Z průzkumu

vyplývalo, že respondenti nejčastěji využívají k získávání informací nejčastěji televizní vysílání (41 %). Na druhém místě se umístil internet (32 %), který využívá zejména mladší či střední generace. Příprava pořadu pro televizní vysílání či návrh internetových stránek přesahuje rozsah této práce. Proto jsem navzdory tomu, že se forma tištěných materiálů umístila k nejčastějším způsobům předávání informací až na 3. místě, sestavila pro veřejnost informační leták, který by měl posloužit k zlepšení informovanosti veřejnosti v této oblasti bez ohledu na věk či vzdělání. Leták je uveden v příloze č. 2 této práce.

6 Závěr

Cílem této práce bylo prostřednictvím dotazníkového průzkumu porovnat úroveň obav pacientů spojených s různými způsoby využívání ionizujícího záření, přinést ucelený a objektivní pohled na stav informovanosti laické veřejnosti v oblasti využití zdrojů ionizujícího záření a radioaktivity a doporučit nejúčinnější formy a způsoby předávání informací k rozšíření celkového povědomí o této problematice. Cíle práce se podařilo naplnit.

Zaměřila jsem se na verifikaci otázek, zda má, či nemá veřejnost obavy ze záření, z jakých zdrojů záření nejvíce, z jakých vyšetřovacích metod a z jakých druhů vyšetření v oboru radiodiagnostika. Zjišťovala jsem systémem provázaných dotazů, zda je veřejnost dostatečně informována o této problematice a snažila se doporučit formy a účinné způsoby předávání informací. Rozborem zodpovězených dotazů jsem našla drobné dílčí poznatky, které se pokusím přehledně formulovat:

1. Z výsledků otázky č. 5 patřící do 3. oblasti týkající se obav před využíváním radioaktivity a ionizujícího záření je zřejmé, že se 56 % respondentů záření obává.
2. Z otázek č. 6 a 7 týkajících se obav z jednotlivých zdrojů průzkum ukázal, že se respondenti mylně obávají ve skutečnosti méně zatěžujících zdrojů záření či radiačně jen málo zatěžujících vyšetřovacích metod. Příčina je evidentně ve špatné informovanosti zkoumaného vzorku respondentů.
3. V odpovědích na otázku č. 8 uvedli respondenti v převaze 70 % správně radioterapii jako nejvíce radiačně zatěžující zdravotnickou doménu.
4. Ve 4. oblasti dotazníku, týkající se základních fyzikálních znalostí, bylo 5 teoreticky zaměřených otázek, které byly voleny záměrně tak, aby jejich rozsah pokrýval elementární znalosti průměrně vzdělaného člověka. Dotazníkový průzkum v této oblasti prokázal malou informovanost respondentů, kdy z otázek 10–15 bylo správně zodpovězeno pouze na otázky 14 a 15.
5. Z oblasti otázek týkající se forem a způsobu předávání informací průzkum ukázal, že pouze 37 % respondentů je spokojeno s úrovní poskytovaných informací a že 87 % respondentů považuje zdravotnický personál za vhodný zdroj k jejich získávání. 41 % respondentů považuje veřejnoprávní televizní vysílání za hlavní zdroj

svých znalostí, které si někdy doplňují četbou tištěných letáků distribuovaných do zdravotnických zařízení.

Hlavní hypotéza zní: *Většina laické veřejnosti se nejvíce obává lékařského ozáření.*

Tato hypotéza byla vyvrácena. Průzkum prokázal, že se veřejnost se z 42 % více obává jaderné energetiky.

Ve snaze získání komplexnějšího pohledu na problematiku jsem pro zpřesnění zvolila ještě 4 dílčí hypotézy, tedy podhypotézy:

1. Hypotéza *Většina veřejnosti má ze záření a radioaktivity obavy* byla potvrzena 56 % respondentů.
2. Hypotéza *Respondenti obávající se záření a radioaktivity jsou o problematice hůře informováni než respondenti, kteří se neobávají* byla potvrzena. Skupina respondentů, jež nepociťuje obavy ze záření dosáhla ve vědomostní části testů lepších výsledků než skupina záření se obávající. Statistická významnost rozdílu mezi oběma skupinami byla ověřena dvojvýběrovým t-testem.
3. Hypotéza *Většina respondentů není před daným RTG vyšetřením dostatečně informována* byla potvrzena 37 % respondentů.
4. Hypotéza *Většina respondentů preferuje jako zdroj získávání informací především zdravotnický personál* byla potvrzena 87 % respondentů.

Výsledky ankety sumárně prokázaly relativně neúplné znalosti veřejnosti v této oblasti, z čehož někdy pramení jejich neurčité laické obavy z ionizujícího záření. Nesprávně chápání a málo konkrétní obava z jednotlivých zdrojů záření prokazuje pouze průměrnou až nízkou úroveň praktických znalostí veřejnosti ve zkoumané oblasti a otevírá prostor publikačním činnostem.

Tato bakalářská práce může posloužit jako informační zdroj pro širokou veřejnost (publikace na internetu, či časopisu). Vzhledem k výsledkům, které mj. prokázaly, že samotná veřejnost považuje své znalosti v této oblasti za nedostačující a není zcela spokojena s poskytováním informací před lékařským vyšetřením, jsem sestavila k rozšíření povědomí veřejnosti o problematice ionizujícího záření informační leták, který by měl posloužit ke snížení obav z lékařských zdrojů záření a ke zlepšení infor-

movanosti pacientů nejen na našem radiodiagnostickém oddělení, ale i v ostatních zdravotnických zařízeních.

7 Seznam použité literatury

- [1] DRÁBOVÁ, Dana. *Jaderná energetika před černobylskou havárií a po ní*. Dostupné online: http://www.sujb.cz/docs/Vesmir_Cernobyl.pdf. Cit. 12. 4. 2010
- [2] DRÁBOVÁ, Dana. Obáváme se podstatných rizik? *Rentgen bulletin*. Státní ústav radiační ochrany, září 2009
- [3] FOJTÍKOVÁ, Ivana; HŮLKA, Jiří. Vnímání rizika z radonu. *Bezpečnost jaderné energie*. 2007. Roč. 15/53, č. 9–10, s. 269–272. ISSN:1210-7085
- [4] HÁLA, Jiří. *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. 1. vyd. Brno: Konvoj, 1998. 310 s. ISBN 80-85615-56-8
- [5] HAVRÁNEK, Jiří. *Základy zdravotnické statistiky*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2004. 100 s.
- [6] HERIBANOVÁ, Alena. Poznané riziko nezanedbáme. *Radon bulletin*. Státní ústav radiační ochrany, červen 2001
- [7] HUŠÁK, Václav. *Zdroje ionizujícího záření*. Dostupné online: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch01.htm. Cit. 19. 4. 2010
- [8] KLENER, Vladislav, a kol. *Principy a praxe radiační ochrany*. SÚJB: Praha, 2000
- [9] KLENER, Vladislav. Zásady postupu lékaře při indikaci k zobrazovacím výkonům. *Rentgen bulletin*. Státní ústav radiační ochrany, září 2001
- [10] Kol. *Ochrana při práci se zdroji ionizujícího záření*. Ostrava: Dům techniky, 1998. ISBN 80-02-01230-5
- [11] KONEČNÝ, Jiří. *Radiační ochrana II*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2007. 22 s.
- [12] KOPRDA, Vasil. *Vnútorňá kontaminácia rádioaktívnymi látkami*. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1986. 365 s.
- [13] KUNA, Pavel; NAVRÁTIL, Leoš, a kol. *Klinická radiobiologie*. 1. vyd. Praha: Manus, 2005. 220 s. ISBN 80-86571-09-2
- [14] MARCELISOVÁ, Z.; BLÁHOVÁ, S. Ochrana při práci s IZ. *Praktická radiologie*. 2007. Roč. 12, č. 4, s. 20–22. ISSN 1211-5053
- [15] NAVRÁTIL, Leoš; ROSINA, Josef, a kol. *Medicínská biofyzika*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 524 s. ISBN 80-247-1152-4

- [16] SÚRO. Obrázek dostupný online:
<http://www.suro.cz/cz/prirodnioz/rnmapy/geomprum07.jpg>. Cit. 26. 3. 2010
- [17] SÚJB. *Stránky Státního úřadu pro jadernou bezpečnost*. Dostupné online:
<http://www.sujb.cz>. Cit. 24. 3. 2010
- [18] SÚRO. *Stránky Státního ústavu radiační ochrany*. Dostupné online:
<http://www.suro.cz>. Cit. 25. 3. 2010
- [19] ŠÁRO, Štefan; TÖLGYESSY, Juraj. *Rádioaktivita prostredia*. 1. vyd. Bratislava: Alfa, 1985. 303 s.
- [20] TĚŠÍNSKÁ, Emilie; KUNZ, Emil. Státní úřad radiační ochrany a jeho předchůdci. In: DRÁBKOVÁ, Alena, a kol. *Historie radiační ochrany v ČR*. Praha: SÚRO, 2006. 86. s. ISBN 80-239-6594-8
- [21] ULLMANN, Vojtěch. *Biologické účinky ionizujícího záření. Radiační ochrana*. Dostupné online: <http://astronuklfyzika.cz/RadiacniOchrana.htm>. Cit. 12. 4. 2010
- [22] ULLMANN, Vojtěch. *Jaderná a radiační fyzika*. Dostupné online:
<http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika3.htm>. Cit. 19. 4. 2010
- [23] Wikipedie, otevřená encyklopedie. *Jaderná energetika*. Dostupné online:
http://cs.wikipedia.org/wiki/Jaderná_energetika. Cit. 12. 4. 2010
- [24] Wikipedie, otevřená encyklopedie. Obrázek dostupný online:
http://cs.wikipedia.org/wiki/soubor:Radiation_warning_symbol.svg. Cit. 3. 4. 2010
- [25] Zákon č. 18/1997 Sb. ze dne 24. ledna 1997, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů
- [26] ŽÁČKOVÁ, Helena. Hodnocení rizika CT rentgenového vyšetření. *Rentgen bulletin*. Státní ústav radiační ochrany, září 2009
- [27] ŽÁČKOVÁ, Helena. Ionizující záření a míra rizika. *Rentgen bulletin*. Státní ústav radiační ochrany, září 2009
- [28] ŽIŠKOVÁ, Renata; HAVRÁNEK, Jiří; VILASOVÁ, Zdeňka. *Ochrana před ionizujícím zářením*. Dostupné online:
http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kra/externi/kra_7169/ch11.htm. Cit. 21. 4. 2010

8 Klíčová slova

atomový zákon, radioaktivita, ionizující záření, radon, Černobyl, lékařské zdroje záření, program monitorování, dávkový ekvivalent

9 Přílohy

Příloha č. 1

Dotazník

DOTAZNÍKOVÁ ANKETA

Dobrý den, chtěla bych Vás požádat, abyste si udělali chvilíčku čas a vyplnili tento dotazník, který je součástí mé bakalářské práce s názvem **STUDIE O PROBLEMATICE RADIOAKTIVITY A IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ A JEJICH CHÁPÁNÍ LAICKOU VEŘEJNOSTÍ**, a bude sloužit pouze pro její zpracování. Jsem studentkou 3. ročníku Zdravotně sociální fakulty v Českých Budějovicích, a tato práce by měla pomoci ke zlepšení informovanosti veřejnosti v této problematice. Dotazník je anonymní. Děkuji Vám za vaši spolupráci a trpělivost.

INSTRUKCE: Svoji odpověď, nebude-li uvedeno jinak, vyjádřete prosím zakroužkováním daného písmene.

1. Označte svoji věkovou kategorii:

- a) 18–40 let
- b) 40–60 let
- c) 60 a více let

2. Označte své nejvyšší dosažené vzdělání:

- a) základní
- b) středoškolské
- c) vyšší odborné, vysokoškolské

3. Zabýváte se oborem, který využívá radioaktivitu či ionizující záření?

- a) ANO
- b) NE

4. Jak často se podrobujete rentgenovému vyšetření?

- a) méně než 1x za rok
- b) 1x za rok
- c) vícekrát za rok

5. Pociťujete z radioaktivity a ionizujícího záření obavy?

- a) ANO
- b) NE

6. Označte, prosím, pořadí následujících zdrojů záření, v jakém si myslíte, že přispívají k největší radiační zátěži obyvatel? (1., 2., 3., 4.)

Lékařské zdroje záření (rentgenové přístroje, ozařovače, přístroje na nukleární medicíně)

Průmyslové zdroje (např. jaderné elektrárny – neberte v potaz jadernou havárii)

Radon (přírodní zdroj záření)

Kosmické záření (přírodní zdroj záření)

7. Které z následujících vyšetření v oboru radiodiagnostika podle Vás způsobuje největší radiační zátěž?

- a) skiografie (klasické snímkování)
- b) sonografie (ultrazvuk)
- c) počítačová tomografie – CT
- d) magnetická rezonance – MR

8. Z jakého odvětví rentgenologie máte největší obavy z hlediska radiační zátěže?

- a) radiodiagnostika (klasické snímkování)
- b) radioterapie (ozařování nádorů)
- c) nukleární medicína (vyšetření pomocí radiofarmak)

9. Jaké si myslíte, že máte znalosti (informace) o problematice radioaktivity a ionizujícího záření?

- a) malé
- b) střední
- c) velké

10. Rentgenové záření je označováno jako:

- a) paprsky X
- b) alfa záření
- c) beta záření

11. Irrigoskopie je vyšetřovací metoda kontrastní látkou vyšetřující ledviny, střevo nebo žlučník?

- a) ledviny
- b) střevo
- c) žlučník

12. Víte, jakým způsobem se můžete před ionizujícím zářením chránit (více správných odpovědí)?

- a) stíněním
- b) časem
- c) množstvím ošacení
- d) vzdáleností

13. Jednotkou dávky ionizujícího záření je:

- a) 1Gy
- b) 1 V/kg
- 1 Bq

14. Víte v jakém skupenství se vyskytuje v přírodě radon?

- a) plynném
- b) kapalném
- c) pevném

15. Víte, co znamená tato zkratka, pokud ano, prosím napište:

SÚJB

16. Poskytuje vám zdravotnický personál dostatečné množství informací před daným rentgenovým vyšetřením?

- a) ANO
- b) NE

17. Jaký způsob získávání informací od zdravotnického personálu při lékařských vyšetřeních preferujete?

- a) zdravotnickým personálem
- b) letáky
- c) informovaný souhlas
- d) jiné

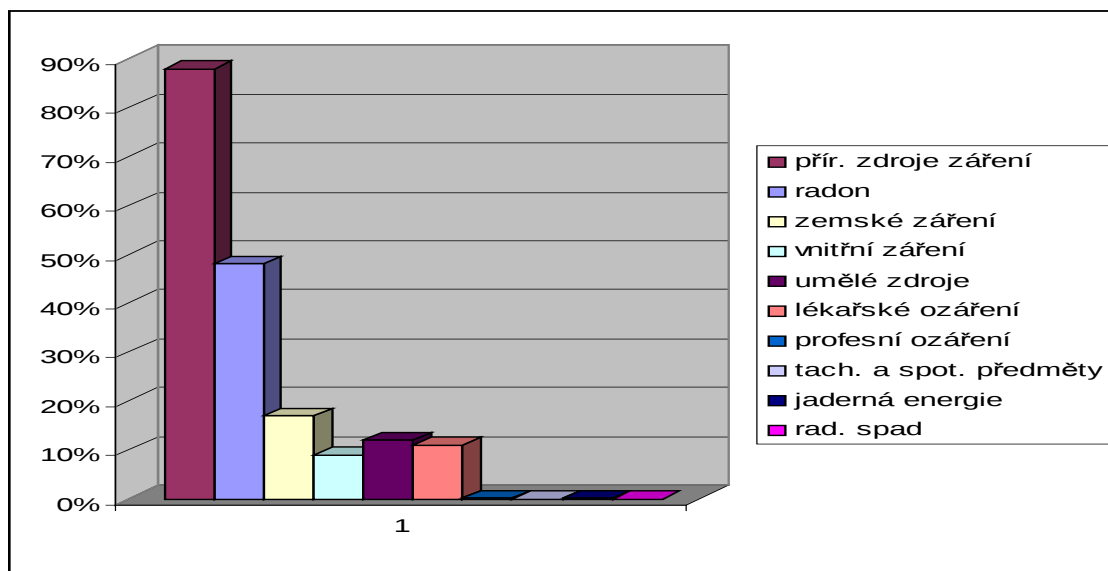
18. Jaké způsoby předávání informací využíváte nejčastěji?

- a) TV
- b) rozhlas
- c) internet
- a) tištěné materiály (letáky, knihy)

Informační leták

Máte obavy z radioaktivity a záření?

Mnoho oborů lidské činnosti využívá ve svých procesech různé formy radioaktivity a záření. Tyto metody jsou nepostradatelným pomocníkem v lidské činnosti, jejich využívání je však spojeno s jistým rizikem. Rizika spojená s těmito metodami se prostřednictvím technických a organizačních metod snažíme minimalizovat na nejnížší rozumně dosažitelnou mez. Radioaktivita je s člověkem spojena již od vzniku samotné Země a jen technický pokrok umožnil její praktické využití. Možná Vás překvapí zjištění, jakým způsobem přispívají různé oblasti s výskytem záření (radioaktivity) k celkové zátěži lidské populace.



Graf 1 Srovnání radiační zátěže z jednotlivých zdrojů záření

Z grafu je patrné, že celkové zvýšení dávky na lidskou společnost je poměrně značně ovlivněno působením radonu.

Radon je radioaktivní bezbarvý plyn bez zápachu. Nachází se všude kolem nás. Vzniká rozpadem radia ^{226}Ra v zemském podloží, odkud se dostává do atmosféry. Z místa svého vzniku proniká do ovzduší, kde je ředěn vzdušnými proudy. Nejvíce se kumuluje v uzavřeném prostředí v budovách. V některých oblastech naší republiky je bohužel radonová zátěž poměrně vysoká, z tohoto důvodu byl vytvořen tzv. Radonový

program, který se snaží tuto situaci řešit. Bližší informace je možné získat na Krajských úřadech a prostřednictvím Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (www.sujb.cz), případně na Státním ústavu radiační ochrany (www.suro.cz).

Na poli záměrně využívaných zdrojů záření, jak je patrné z předchozího grafu, má nejvyšší podíl radiační zátěže lékařské využití.

V rámci lékařské péče se jistě téměř každý setkal s rentgenovým vyšetřením. Tato metoda je jistě velmi vítaným pomocníkem, ale je dobré si uvědomit, že každé takové vyšetření přispívá k zvýšení celkové dávky a v případné indikaci by měla být velmi důkladně zvážena diagnostická výtěžnost této metody.

Rizika spojená s rentgenovým vyšetřením

- míra rizika závisí na konkrétním prováděném výkonu
- radiační zátěž u různých vyšetření je srovnatelná s několika hodinami až řadou let expozice z přírodního ozáření
- mnohem vyšší je riziko radiačního poškození u dětí, děti jsou na záření daleko citlivější
- i velmi malá dávka může být příčinou vzniku stochastických účinků záření
- účinky mohou způsobit dědičná poškození, rakovinu.

Výše uváděná rizika jsou vyjádřením vzniku pravděpodobnosti a možnosti zdravotních komplikací. Systém ochrany pacienta je natolik dobře vytvořen, že možnost případných problémů je minimalizována. Je však dobré o těchto komplikacích vědět a i přes nízkou pravděpodobnost se zbytečně nevystavovat nebezpečí. Každý pacient má právo získat podle svého uvážení dostatečné množství relevantních informací, a i když to je někdy problematické, zdravotnický personál má povinnost takové informace pacientovi poskytnout do takové míry, kterou bude pacient požadovat. Zdravotnická zařízení v současné době požadují po klientovi **souhlas s RTG vyšetřením**, před potvrzením tohoto dokumentu by se měl každý zamyslet, jel-li seznámen s problematikou v míře, která mu dostačuje.

Typické efektivní dávky pro vybraná vyšetření, které jsou převzaty z publikace Indikační kritéria pro zobrazovací metody vydané v roce 2000 Evropskou komisí a převzaté následně MZ ČR, jsou uvedeny v následující tabulce. Člověk je neustále ozařován

přírodními zdroji ionizujícího záření. V tabulce jsou uvedeny pro názornost hodnoty radiační zátěže z jednotlivých vyšetření vyjádřené odpovídající dobou ozařování z přírodních zdrojů. Tyto hodnoty jsou vztaženy na průměrné ozáření v zemích Evropské unie (2,2 mSv/rok). V České republice je roční ozáření o něco vyšší (3,4 mSv/rok) a hodnoty v tabulce platné pro území ČR by byly úměrně kratší.

Tab. 1 Typické hodnoty efektivních dávek pro vybraná konvenční rentgenová a CT vyšetření

Diagnostický výkon		Typická efektivní dávka (mSv)	Přibližná doba pro stejné ozáření z přírodních zdrojů
Konvenční rentgenové vyšetření	Končetiny a klouby	< 0,01	< 1,5 dne
	Plíce (jeden PA snímek)	0,02	3 dny
	Lebka	0,07	11 dnů
	Mamografie (screening)	0,1	15 dnů
	Kyčle	0,3	7 týdnů
	Pánev, hrudní páteř	0,7	4 měsíce
	Břicho	1,0	6 měsíců
	Bederní páteř	1,3	7 měsíců
	Polykací akt	1,5	8 měsíců
	Vylučovací urografie	2,5	14 měsíců
	Vyšetření žaludku, střevní pasáž	3	16 měsíců
	Irrigografie	7	3,2 roku
CT vyšetření	CT hlavy	2,3	1 rok
	CT hrudníku	8	3,6 roku
	CT břicha nebo pánve	10	4,5 roku