



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

**Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii
jaderné elektrárny Černobyl**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Bc. Tetyana Royik

Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci s názvem „*Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii jaderné elektrárny Černobyl*” jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 13. 5. 2019

.....

Bc. Tetyana Royik

Poděkování

Tímto bych chtěla velmi poděkovat vedoucí mé diplomové práce paní Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za odborné vedení mé práce a poskytnutí rad a tipů na její zkvalitnění. V neposlední řadě bych chtěla vyslovit poděkování všem, kteří se na této diplomové práci podíleli a tím přispěli k jejím výsledkům.

Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii jaderné elektrárny Černobyl

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá informovaností obyvatelstva o jaderné havárii v Černobylu v Kraji Vysočina. Cílem práce je zjistit úroveň znalostí obyvatelstva o této havárii a následně porovnat znalosti obyvatel ve věku 18–44 let a ve věku nad 45 let. V rámci práce byly stanoveny dvě hypotézy, H1: Více než 2/3 všech oslovených obyvatel v rámci Kraje Vysočina bude mít v dotazníkovém šetření týkajícím se znalostí o jaderné havárii v Černobylu více než 60 % odpovědí správných a H2: Obyvatelé starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti o jaderné havárii v Černobylu než obyvatelé mladší 45 let.

K dosažení vymezených cílů a k ověření hypotéz byl sestaven dotazník, proveden dotazníkový průzkum a následně pomocí metod deskriptivní a matematické statistiky vyhodnoceny výsledky. Sestavený dotazník obsahoval 15 otázek. Výzkumný soubor tvořilo 100 obyvatel ve věku 18–44 let a 100 obyvatel ve věku nad 45 let.

Z výsledků dotazníkového šetření vyplývá, že celková úspěšnost zodpovězených otázek byla 66 %. Obyvatelé ve věku 18–44 let odpověděli celkem v 61 % správně a obyvatelé ve věku nad 45 let v 71 % správně. Stanovených cílů diplomové práce bylo dosaženo a obě hypotézy byly potvrzeny.

Přínosem diplomové práce je především získaný obraz o stavu informovanosti obyvatel o jaderné havárii Černobyl v Kraji Vysočina. Získané výsledky diplomové práce mohou být využity například orgány krizového řízení týkající se problematiky jaderné energetiky či ochrany před ionizujícím zářením, a to jak v souvislosti s přípravou na tyto situace, tak i se zaměřením na preventivní výchovnou činnost.

Klíčová slova:

Černobyl; jaderná havárie; informovanost obyvatelstva; následky; ionizující záření; stupnice INES.

The awareness of the Vysočina region population about the nuclear disaster Chernobyl

Abstract

The diploma thesis deals with the awareness of population of the Vysočina Region of the Chernobyl nuclear accident. The aim of this thesis is to find out the level of knowledge of the population about this accident and then to compare the knowledge of the population aged 18–44 and over 45 years. Two hypotheses were set in the thesis, H1: More than 2/3 of all respondents in the Vysočina Region will have more than 60 % of correct answers in a questionnaire concerning the knowledge of the Chernobyl nuclear accident, and H2: Respondents over 45 will have significantly higher knowledge of the Chernobyl nuclear accident than inhabitants under 45 years of age.

In order to achieve the defined objectives and to verify the hypotheses, a questionnaire was prepared, a questionnaire survey was carried out and then the results were evaluated using the methods of descriptive and mathematical statistics. The questionnaire consisted of 15 questions. The research group consisted of 100 inhabitants aged 18–44 and 100 inhabitants aged over 45.

The results of the questionnaire survey show that the overall success-rate of the answered questions was 66 %. Residents aged 18–44 responded correctly in a total of 61 % and residents over 45 in 71 %. The stated aims of the thesis were achieved and both hypotheses were confirmed.

The benefit of the thesis is mainly the acquired picture of the state of awareness of the population of the Chernobyl nuclear accident in the Vysočina Region. The obtained results of the diploma thesis can be used, for example, by crisis management authorities related to the issue of nuclear energy or protection against ionizing radiation, both in connection with preparation for these situations and with a focus on preventive educational activities.

Keywords:

Chernobyl; nuclear accident; population awareness; aftermath; ionizing radiation; INES scale.

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ ČÁST	9
1.1 <i>Havárie jaderné elektrárny Černobyl</i>	9
1.1.1 Černobylská jaderná elektrárna	10
1.1.2 Reaktor RBMK-1000.....	10
1.1.3 Plánovaný experiment.....	13
1.1.4 Průběh havárie	14
1.1.5 Příčiny havárie	16
1.1.6 Postup po havárii	16
1.1.7 Šíření radioaktivních látek po havárii.....	17
1.1.8 Sarkofág.....	19
1.2 <i>Mezinárodní stupnice INES</i>	20
1.2.1 Popis stupnice	21
1.3 <i>Zdravotní, ekologické, sociálně-ekonomické dopady</i>	23
1.3.1 Zdravotní dopady	24
1.3.2 Ekologický dopad	28
1.3.3 Sociálně-ekonomický dopad.....	31
1.4 <i>Dopad černobylské havárie na tehdejší ČSSR</i>	33
1.5 <i>Základní statistické metody</i>	36
1.5.1 Formulace statistického šetření.....	36
1.5.2 Škálování	37
1.5.3 Měření v deskriptivní statistice.....	37
1.5.4 Elementární statistické zpracování	37
1.5.5 Parametrické testování.....	38
2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	40
2.1 <i>Cíl práce</i>	40
2.2 <i>Hypotézy</i>	40
3 METODIKA VÝZKUMU	41
4 VÝSLEDKY	42
4.1 <i>Výsledky dotazníkového šetření</i>	42
4.2 <i>Ověření hypotézy H1</i>	65
4.3 <i>Statistické šetření u obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let</i>	65

4.3.1	Formulace statistického šetření.....	65
4.3.2	Škálování a měření.....	66
4.3.3	Elementární statistické zpracování	66
4.4	<i>Statistické šetření u obyvatel ve věkové kategorii nad 45 let</i>	68
4.4.1	Formulace statistického šetření.....	69
4.4.2	Škálování a měření.....	69
4.4.3	Elementární statistické zpracování	69
4.5	<i>Parametrické testování – aplikace dvojvýběrového t-testu</i>	72
5	DISKUZE	74
5.1	<i>Diskuze k jednotlivým otázkám dotazníků</i>	74
5.2	<i>Diskuze ke statistickému šetření</i>	77
6	ZÁVĚR	79
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	80
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	85
9	SEZNAM TABULEK	86
10	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	87
11	SEZNAM GRAFŮ	88
12	SEZNAM PŘÍLOH	90

ÚVOD

Dne 26. 4. 1986 došlo ke dvěma výbuchům reaktoru 4. bloku jaderné elektrárny Černobyl a tím i k největší havárii v historii jaderné energetiky vůbec. Při výbuších a následném několik dní trvajícím požáru došlo k uvolnění značného množství radionuklidů do ovzduší, které pak ve formě radioaktivního spadu zamořily blízké i vzdálené oblasti Evropy. Havárie nastala během nevydařeného experimentu s napájením čerpadel primárního okruhu reaktoru během výpadku elektrického proudu a podílela se na ní řada faktorů, mezi něž patřila nedostatečná kvalifikace a špatná rozhodnutí obsluhujícího personálu, chyby v samotném projektu a během výstavby a v neposlední řadě měly vliv i politické souvislosti v tehdejší Sovětské svazu.

Výsledkem byly krátkodobé i dlouhodobé zdravotní následky pro řadu obyvatel, především pak výskyt karcinomu štítné žlázy u dětí, nucená evakuace více jak 340 000 obyvatel a obrovské ekonomické ztráty, které v nejvíce postižených zemích, tedy Ukrajině, Bělorusku a v Rusku, trvají do dnes. Havárie nebyla pro jadernou energetiku jako takovou fatální, jak se zpočátku předpokládalo, ovšem přístup k „jádru“ se po této zkušenosti zásadně změnil. Došlo k daleko většímu důrazu na jadernou bezpečnost, která se od té doby začala více řešit na mezinárodní úrovni spolu se sdílením informací a zkušeností napříč státy.

Cílem diplomové práce bylo zjistit úroveň znalostí obyvatelstva o jaderné havárii Černobyl v Kraji Vysočina a porovnat výsledky znalostí obyvatel ve věku 18-44 let se znalostmi obyvatel starších 45 let.

Téma práce jsem si vybrala z několika důvodů. Mou rodnou zemí je Ukrajina, a proto je mi téma černobylské jaderné havárie blízké. Také díky mé profesi, kterou je radiologická asistentka, mám k otázkám radiační ochrany blízký vztah a havárie v jaderné elektrárně Černobyl stále patří k nejzásadnějším událostem týkajících se tohoto tématu. Pro oblast průzkumu jsem si vybrala Kraj Vysočina, neboť je to místo mého současného bydliště a zároveň místo výkonu mého povolání.

1 TEORETICKÁ ČÁST

Na začátku teoretické části bude krátce pojednáno o historii a stavbě jaderné elektrárny Černobyl, poněkud podrobněji bude rozebrán použitý typ reaktoru v elektrárně, jeho stavba, základní technické specifikace a jeho hlavní výhody a nevýhody. V následující části bude nastíněn plánovaný experiment nouzového fungování turbíny reaktoru a bude podrobně rozebrán průběh havárie, ke které nevydařený experiment vedl, včetně časového sledu jednotlivých událostí. Krátce budou shrnuty i hlavní příčiny, proč k havárii došlo. Následně bude rozebrán postup záchranných akcí a opatření po havárii a šíření radioaktivních látek v následujícím období. Samostatná podkapitola bude věnována i stavbě sarkofágu, který havarovaný blok izoloval od okolí.

Následující kapitola popisuje mezinárodní stupnici INES, která slouží ke klasifikaci nehod a havárií na jaderných zařízeních pro účely informování odborné společnosti a široké veřejnosti o závažnosti těchto událostí.

V další kapitole budou podrobněji rozebírány zdravotní, ekologické a sociálně ekonomické dopady, které havárie měla, a to jednak přímo na nejvíce postižené oblasti, tak i na vzdálenější části Evropy.

Předposlední kapitola bude věnována dopadům havárie na tehdejší Československou socialistickou republiku (dále jen ČSSR), úrovni kontaminace a jejímu monitorování, včetně preventivních a ochranných opatření, která byla na základě měření přijata.

V závěru teoretické části práce je uveden popis základních statistických metod, které jsou použity ve výzkumné části práce.

1.1 Havárie jaderné elektrárny Černobyl

Jaderná havárie Černobyl znamenala pro jadernou energetiku konec etapy izolovaného vývoje v jednotlivých oblastech a ukázala, že otázka jaderné bezpečnosti přesahuje hranice států. Od této chvíle začalo mezinárodní sdílení zkušeností mezi všemi členy jaderné komunity (Tůma, 1994; Drábová, 2006).

Tato kapitola popisuje samotnou elektrárnu, průběh havárie a její příčiny a také vybudování nového sarkofágu.

1.1.1 Černobylská jaderná elektrárna

Jaderná elektrárna Černobyl se nachází v severní části Ukrajiny asi 16 kilometrů jižně od hranic s Běloruskem. Leží asi 2 kilometry od města Pripjať na stejnojmenné řece a přibližně 18 kilometrů severozápadně od města Černobyl a 115 kilometrů severně od hlavního města Ukrajiny Kyjeva.

Elektrárna se celkově skládala ze 4 reaktorů, které zásobovaly bývalý Svaz sovětských socialistických republik (dále jen SSSR) elektrickou energií. V roce 1970 byl začátek výstavby elektrárny zahájen stavbou reaktoru číslo 1. Poté v roce 1973 byl vybudován reaktor číslo 2, číslo 3 v roce 1976 a reaktor číslo 4 v roce 1979. Bloky reaktoru číslo 5 a 6 nebyly dostavěny. Všechny 4 reaktory v jaderné elektrárně byly typu RBMK s výkonem 1000 MW a i zbývající dva reaktory 5 a 6 měly být stejného typu. I přes havárii v roce 1986, při které byl zničen reaktor číslo 4, byla elektrárna až do roku 2000 v provozu, v tomto roce byl jako poslední odstaven reaktor číslo 3. Blok číslo 2 byl v provozu do roku 1991, kdy byl po rozsáhlém požáru úplně odstaven, blok číslo 1 byl odstaven v roce 1996 (Ryzí, 2012; Prachař et al., 2016).

V dnešní době je jaderná elektrárna odstavena, přičemž práce na demontáži a dekontaminaci po proběhlé havárii potvrzují ještě dlouhou dobu. Výstavba nového krytu 4. reaktoru, na který finančně přispívala i Evropská unie, byla zahájena v roce 2012 a dokončena v roce 2017. Původní kryt je nahrazen novým z důvodu špatného stavu krytu stávajícího. Nový kryt zajišťuje dlouhodobou a účinnější ochranu před škodlivým zářením (Ryzí, 2012; Ryzí 2017).

Po havárii jaderného reaktoru číslo 4 byla vytvořena zakázaná zóna, která má poloměr 30 kilometrů a střed právě v reaktoru číslo 4. V dnešní době probíhá snaha o částečné obnovení života a ekonomické aktivity v zakázané zóně, mezi níž patří i vybudování centrálního skladu vyhořelého jaderného paliva (VJP) pro celou Ukrajinu (Ševeček, 2015).

1.1.2 Reaktor RBMK-1000

Sovětský jaderný reaktor typu RBMK-1000 (Reaktor Bolšoj Moščnosti Kanalnyj), což v překladu znamená „kanálový reaktor vysokého výkonu“, byl používaný v Sovětském svazu od roku 1954. Byl vyvinut sovětskými vědci ve výzkumném ústavu

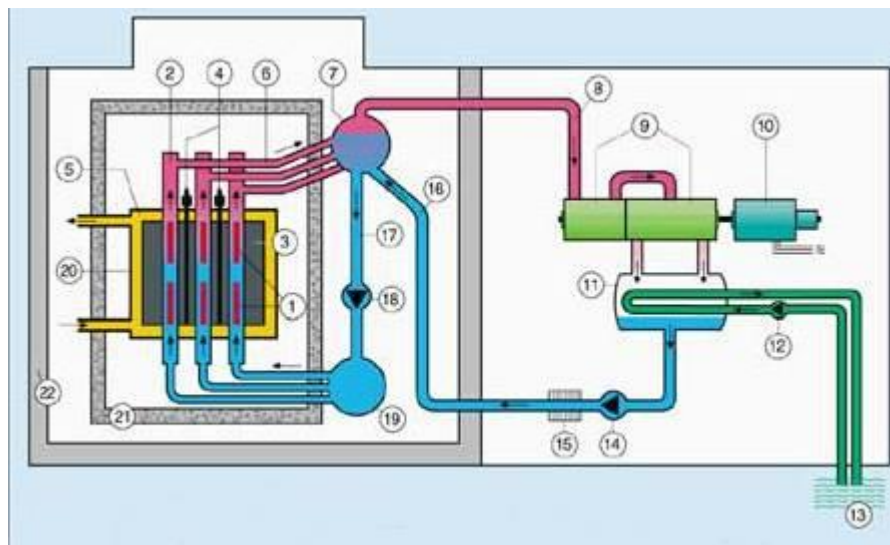
akademika I. V. Kurčatova. Za normálních okolností dodával do elektrické sítě 1000 MW, proto název RBMK-1000 (Ryzí, 2013).

Ve všech čtyřech blocích jaderné elektrárny Černobyl byl nainstalován typ reaktoru RBMK-1000. První dva bloky jaderné elektrárny Černobyl byly s reaktory typu RBMK-1000 (1. generace), které byly spuštěny v letech 1978 až 1979. Stavba druhých dvou bloků s reaktory RBMK-1000 (2. generace) začala po dokončení prvních dvou. Rozdíl mezi reaktory RBMK-1000 první a druhé generace byl v uspořádání aktivní zóny, především v počtu regulačních tyčí (bloky první generace měly 179 regulačních tyčí a bloky druhé generace už měly regulačních tyčí 211). Počet palivových kanálků se snížil z počtu 1 693 na 1 661. V roce 1982 byl dokončen a spuštěn třetí blok elektrárny a čtvrtý blok v březnu roku 1984. Po spuštění třetího a čtvrtého bloku se začalo se stavbou 5. a 6. bloku také s reaktorem RBMK-1000 (2. generace), ale po nehodě na čtvrtém reaktoru elektrárny se od další výstavby upustilo a dnes se již nestaví. Celkově bylo reaktorů typu RBMK-1000 vystavěno 17, v provozu jich je stále 11 z nich (jaderná elektrárna Kursk – 4 bloky, jaderná elektrárna Leningrad – 4 bloky, jaderná elektrárna Smolensk – 3 bloky). Po havárii na jaderné elektrárně Černobyl byly reaktory tohoto typu modernizovány a do roku 2025 by měly být vyřazeny z provozu úplně (Valenta, 2006; Ryzí, 2013; SÚJB, 2013).

Reaktor RBMK byl varný reaktor moderovaný grafitem. Palivem pro tento typ reaktoru byl obohacený oxid uraničitý UO_2 (smolinec). Konstrukce reaktoru požadovala značné rozměry. Jádro reaktoru o výkonu 1 000 MWe se skládalo z grafitových (uhlíkových) bloků o rozměrech 25 x 25 cm a výšce 60 cm, které byly uspořádané do tvaru válcové konfigurace o průměru 11,8 m a výšce 7 m. V grafitu byly kanálky, které byly určeny především pro tyče s palivem a vodu, která sloužila jako chladivo reaktoru. Čtvrtý reaktor v jaderné elektrárně Černobyl měl celkem 1 872 kanálků, z toho 1 661 pro palivo a 211 z nich bylo určeno pro tyče řídicího a nouzového systému. Chladicí voda, která se ohřívala až na 290 °C, a tím odváděla z reaktoru teplo, proudila kolem palivových tyčí uložených v kanálcích. V horní části odcházela směs páry do separačního bubnu, ve kterém se oddělila pára od vody. Z tohoto místa do turbíny putovala pára a voda se vracela zpět do reaktoru. Turbína byla poháněna párou a vyráběla elektrickou energii. Každý palivový kanálek musel být izolován od svého okolního prostředí. Rozteče mezi kanálky byly vyplněny grafitem jako moderátorem. Celý grafitový blok byl uzavřený v tlakovém obalu z oceli, který byl naplněný netečnou atmosférou z hélia a dusíku, aby se vzduch nedostal k horkému grafitu (viz Obrázek 1).

I přestože byla nádoba vzduchotěsná, tlak uvnitř ní byl malý. Z tohoto důvodu bylo jednodušší vyrábět tlakovou nádobu pro tento typ reaktoru než např. pro reaktor VVER (vodo-vodní energetický reaktor, nejobvyklejší typ jaderného reaktoru). K regulaci chodu reaktoru bylo využito celkem 211 regulačních tyčí, z nichž 30 bylo havarijních a 147 bylo možno ovládat ručně. Jeden z bezpečnostních prvků, které reaktor RBMK postrádal, byl tzv. kontejnment. Jednalo se o železobetonovou obálku kolem jaderného reaktoru, která měla mimo jiné za úkol při případné poruše zabránit úniku radioaktivních látek do okolí (Ryzí, 2013; Lázňovský, 2016).

Typ reaktoru RBMK měl jak své výhody, tak i nevýhody. Mezi hlavní výhody reaktoru patřilo to, že reaktor pracoval v jednookruhovém uspořádání a dodával sytou páru přímo do turbíny. Další výhodou byla možnost měnit palivo v reaktoru za běžného provozu, aniž se musel odstavit, a tudíž mohl reaktor pracovat nepřetržitě (Ráček, 2009; Ryzí, 2013).



Obrázek 1: Schéma jaderného reaktoru RBMK (European nuclear society, 2017)

Vysvětlivky k obrázku 1: 1 – Uranové palivové tyče; 2 – Tlakové potrubí palivových kanálků; 3 – Grafitový moderátor; 4 – Regulační tyče; 5 – Inertní plyn; 6 – Směs vody a páry; 7 – Separální buben; 8 – Přívod páry k turbíně; 9 – Parní turbína; 10 – Generátor; 11 – Kondenzátor; 12 – Čerpadlo chladicí kapaliny; 13 – Řeka; 14 – Čerpadlo kondenzačního okruhu; 15 – Ohřev; 16 – Recirkulující kondenzovaná voda; 17 – Vodní recirkulace; 18 – Oběhové čerpadlo; 19 – Vodní rozdělovník; 20 – Nádoba reaktoru; 21 – Betonový obal; 22 – Budova reaktoru

Nevýhodou byla nestabilita reaktoru. Pokud by byla za provozu přerušena dodávka chladicí vody, došlo by k přehřátí reaktoru. Voda v něm by se začala měnit v páru, a tím by vzrostl tlak v aktivní zóně. Štěpná reakce by stále pomalu rostla a nemohla by se samovolně zastavit kvůli stále přítomnému grafitovému moderátoru v aktivní zóně. Pokud by došlo k selhání nebo odpojení bezpečnostních systémů, došlo by ke katastrofálním následkům, jaké například známe právě z Černobylské jaderné elektrárny (Ryzí, 2013).

1.1.3 Plánovaný experiment

V roce 1979 byla zahájena stavba 4. bloku jaderné elektrárny Černobyl s reaktorem RBMK-1000 a podle plánů měl být blok spuštěn na konci roku 1983. Stavební práce se ale opozdily a podle průběžných informací poskytovaných sovětskou tajnou službou bylo jasné, že stavba čtvrtého bloku vykazovala určité chyby. Dne 20. prosince roku 1983 již čtvrtý blok vyráběl elektrickou energii. Obvykle bývaly testy jednotlivých částí bloků reaktorů prováděny ještě asi půl roku po dokončení stavby a až potom mohlo dojít k samotnému spuštění. 4. blok měl být spuštěn až po úspěšném zvládnutí veškerých testů elektrárny, ovšem z politických důvodů se na tyto testy nemohlo čekat, a proto byl na konci prosince roku 1983 podepsán oficiální dokument (prohlášení) o úspěšném dokončení testování a také spuštění 4. bloku ředitelem černobylské elektrárny Viktorem Petrovičem Brjuchanovem (Ryzí, 2012).

Paradoxně měl experiment (test) provedený 26. dubna 1986 přispět k větší bezpečnosti reaktoru (Štrait, 2016). Tento test měl být proveden ještě před spuštěním provozu bloku reaktoru a týkal se nouzového fungování turbíny. Technici chtěli zjistit, jestli jsou turbíny generátoru schopné po tom, co se náhle uzavře přívod páry z reaktoru do turbíny, ještě na volnoběh dodávat elektrickou energii do havarijního chladicího systému, než se spustí záložní diesellové generátory. Pokud by došlo k výpadku elektřiny, měla by být turbína schopná setrvačností vyrábět elektrický proud ještě alespoň po dobu 45 sekund, než by byly spuštěny nouzové záložní generátory. Pro bezpečnost reaktoru byla tato elektřina důležitá, protože poháněla chladicí čerpadla, regulační a havarijní tyče a současně zásobovala elektrickou energií velín, ze kterého byl tento reaktor řízen (Ryzí, 2012).

Během experimentu měl být snížen výkon přibližně na třetinu a pak mělo dojít k odpojení přívodu páry ke generátorům. V rámci testu technici upravili automatiku tak,

aby nezapojila havarijní chlazení předčasně. Během provádění experimentu došlo k střídání směn a nová směna nebyla o odstavení automatiky dostatečně informována. Při pokračování pokusu na noční směně došlo k neplánované události chybou jednoho z techniků, kdy klesl výkon reaktoru téměř na minimální hodnotu. Z vedení přišlo nařízení k vytažení tyčí a opětovnému rozběhnutí štěpné reakce. Nastala nestabilní fáze reaktoru, kdy v něm bylo pouze šest až osm regulačních tyčí, avšak předpisy požadovaly mít alespoň třicet tyčí v zásobě. Tyto události nakonec vedly k největší a současně nejhorší havárii v jaderné energetice vůbec (Jappel, 2006; Ryzí, 2012).

1.1.4 Průběh havárie

Experiment začal den před samotnou havárií, tedy 25. dubna 1986, kdy bylo zahájeno plánované odstavení 4. bloku elektrárny. Operátoři 4. bloku jaderné elektrárny Černobyl krátce po půlnoci začali provádět neodborně připravený pokus (Ryzí, 2012).

Průběh experimentu měl vypadat takto (Kostka, 2014):

- snížení výkonu na 25–30 % (700–1000 MW tepelných), tedy nejnižší výkon povolený pro provoz u typu jaderného reaktoru RBMK;
- odstavení první ze dvou turbín;
- odpojení havarijního chlazení (aby nezačalo působit během experimentu);
- přerušení přívodu páry (tento krok měl být současně signálem pro systém havarijní ochrany, který měl zároveň automaticky odstavit reaktor).

Test probíhal především jako elektrotechnická záležitost a proto jej začali řídit elektrotechnici a ne odborníci na jaderné reaktory. Obsluha reaktoru směny z 25. dubna začala podle plánu se snižováním výkonu reaktoru z 3 200 MWt až na 1 600 MWt a poté došlo k odpojení jedné ze dvou turbín. Následně byl prováděný test na žádost energetického dispečinku odložen o téměř 9 hodin. Do elektrické sítě bylo nutné dodávat veškerou elektrickou energii ze 4. bloku. Po celou dobu, kdy byl test odložen, obsluha reaktoru nechala odpojený nouzový systém chlazení a reaktor pracoval při polovičním tepelném výkonu. Odklad testu způsobil, že z důvodu časového posunu došlo v průběhu experimentu ke střídání směn, kdy ranní směna odešla a nastoupila směna odpolední, která na něj nebyla připravena (Valenta, 2006).

Po 9 hodinách odkladu byl vydán rozkaz k pokračování zkoušky. Došlo ke snížení tepelného výkonu na 700 MW, při kterém se měl provádět test reaktoru. Došlo

k dalšímu poklesu výkonu až na 30 MWt i přes ruční ovládání reaktoru, což znamenalo úplné zastavení štěpné reakce (nestabilní stav). Při tak nízkém výkonu výrazně rostla koncentrace ^{135}Xe , který vstřebával neutrony, a tím začala takzvaná xenonová otrava. V tomto případě měla proškolená obsluha elektrotechniků experiment ihned ukončit a odstavit reaktor na následujících 24 hodin. K odstavení reaktoru bohužel nedošlo a to se stalo velikou chybou. Reaktor se úplně zastavil. Obsluha vytahovala z aktivní zóny reaktoru regulační tyče, aby zvýšila výkon, přičemž byla nucená vypnout další automatické ochrany reaktoru. Reaktor na úbytek regulačních tyčí v aktivní zóně nereagoval, a proto obsluha pokračovala, až byly skoro všechny regulační i havarijní tyče vysunuty (na konci zůstalo v aktivní zóně pouze 8 z 211 tyčí). Výkon reaktoru se po tomto kroku začal postupně zvyšovat až na 500 MWt a operátoři se dokonce domnívali, že byl chod reaktoru stabilní, a proto dále pokračovali v experimentu (Kostka, 2014).

V 1:23 se obsluha dopustila poslední fatální chyby tím, že zablokovala havarijní signál, který by při uzavření přívodu páry na turbínu automaticky odstavil reaktor. Systém havarijního chlazení aktivní zóny byl stále vypnut. Experiment byl zahájen uzavřením rychloventilu turbogenerátoru a reaktor i nadále pracoval při výkonu 200 MWt. Snížením výkonu čtyř hlavních cirkulačních čerpadel od dobíhajícího turbogenerátoru došlo k výraznému snížení průtoku chladicí vody reaktorem a tím se zvýšila její teplota a tlak. To mělo společně s nestabilním stavem reaktoru za následek rostoucí množství vzniklé páry, přičemž docházelo k zvyšování množství neutronů v aktivní zóně reaktoru a tím i zvýšení reaktivity a výkonu reaktoru. Se zvyšujícím se výkonem se zvyšoval i tlak páry. Vlivem zvyšování reaktivnosti ^{135}Xe ubýval a rychle se přeměňoval na stabilnější izotop ^{136}Xe , který již neutrony v takové míře nepohlcoval. Během několika málo vteřin tak reaktor přišel o prakticky jediný absorbátor neutronů, který se v aktivní zóně nalézal. To zapříčinilo gigantické rozšíření řetězové reakce, s kterým byl spojený prudký nárůst teploty aktivní zóny přibližně na desetinásobek konstrukční projektované hodnoty (až na 35 000 MWt) (Ryží, 2012).

V 1:23:40 si vedoucí směny uvědomil svojí chybu a stiskl tlačítko signál nejvyššího poplachu (5. stupeň), které sloužilo k havarijnímu odstavení reaktoru zasunutím regulačních tyčí. Vysoká teplota v jádře reaktoru způsobila ztrátu chladicího média. Vlivem obrovské teploty také došlo k zdeformování některých kanálků reaktoru natolik, že havarijní tyče nebylo možné zasunout ani po stisku tlačítka. Výkon reaktoru

během chvíle vystoupal až na stonásobek konstrukční projektové hodnoty (tedy 350 000 MWt).

V 1:23:47 obrovské množství vzniklé páry vyvinulo na reaktor tlak, kterému jeho konstrukce nedokázala nadále odolávat, tím došlo k explozi. Do reaktoru vnikl vzduch. Pára, která se dostala na rozpálený grafit, reakcí se zirkoniovým povrchem palivových článků vytvořila výbušnou směs vodíku a kyslíku, jejíž následná exploze rozervala budovu reaktorovny a částečně i strojovny bloku. K druhé explozi došlo pár sekund po té první a byla mnohonásobně silnější než předešlá. Druhý výbuch byl výbuchem atomového typu (Valenta, 2006; Ryzí, 2012).

1.1.5 Příčiny havárie

Z předešlých kapitol je zřejmé, že na vzniku havárie se podepsala celá řada okolností. Jednak to byly chyby již v samotném projektu a výstavbě, která byla velmi uspěchaná díky tlaku vládnoucí politické strany a ze stejného důvodu došlo i k hrubým zanedbáním bezpečnostních testů, které byly z části prováděny až za provozu reaktoru.

Další osudovou chybou bylo selhání personálu, který se během testování dopustil hrubého porušení bezpečnostních pravidel a vnitřních předpisů, a navíc díky odkladům experiment prováděli neproškolení a málo informovaní operátoři.

Za další příčinu havárie můžeme považovat i vlastnost samotného reaktoru, o které se nevědělo, a sice že reaktor byl při nízkém výkonu nestabilní. Kdyby byl test proveden podle předpisů, závada v konstrukci by se nejspíš neprojevila.

Utajování citlivých informací, které souvisely s jadernou energetikou a reaktorem tohoto typu, mělo na vznik havárie také vliv (Drábová, 2006; Ryzí, 2012).

1.1.6 Postup po havárii

V havarovaném bloku elektrárny došlo k výpadku elektrické energie a telefonního spojení. Hasičské jednotky z elektrárny i okolních vesnic byly povolány k hašení požáru a jejich hlavním úkolem bylo zabránit šíření požáru na vedlejší budovy, především na budovu třetího reaktoru. Hasiči zdolávali požár pouze základním vybavením bez jakýchkoliv speciálních ochranných pomůcek. Na hašení hořícího reaktoru byla použita obyčejná voda, která se při styku s radioaktivní taveninou o obrovské teplotě rozkládala

na vodík a kyslík, které následně explodovaly. Reaktor byl postupně zasypáván 5 000 t sloučenin bóru, olova, hlíny, písku a dolomitu, aby došlo k omezení úniku radioaktivity. Z dolomitu se uvolňoval oxid uhelnatý CO, který dusil plameny požáru. Bór pohlcoval neutrony a zabraňoval, aby se reaktor stal kritickým, zatímco písek a hlína měly funkci filtru radioaktivních částic. Olovo pohlcovalo teplo a zároveň působilo jako stínění. Reaktor překryla vrstva sypkých materiálů, které uhasily požár grafitu a částečně absorbovaly radioaktivní aerosoly (směs malých pevných nebo kapalných částic v plynu) z havarovaného reaktoru. Speciální vládní komise, zabývající se touto havárií, se dva týdny od vzniku největší katastrofy v jaderné energetice rozhodla ke stavbě železobetonové konstrukce (sarkofág), která měla zakrýt celý havarovaný blok elektrárny, a tím zabránit dlouhodobému úniku radioaktivního záření. V listopadu 1986 se dostavěl betonový sarkofág, a i přesto se odhaduje, že z reaktoru uniklo kolem 5 % radioaktivních materiálů (SÚJB, 2001; SÚJB, 2011; Štrait, 2016).

1.1.7 Šíření radioaktivních látek po havárii

Švédsko 27. dubna 1986 zachytilo jako první signály o vzniklé havárii jaderné elektrárny Černobyl. O něco později Finsko po přerušení probíhající stávky personálu monitorovacích stanic. Při zjištění, že se nejedná o žádnou švédskou jadernou elektrárnu, se zaměřili na nejbližší sovětské elektrárny. Vyhodnocení amerických družicových snímků napomohlo ke zjištění, že se jedná o černobylskou jadernou elektrárnu (SÚJB, 1996).

Výbuch jaderného reaktoru v Černobylu způsobil situaci, že se radioaktivní látky dostaly do výše 1 500 m, kde proudil vzduch kolem 8–10 m.s⁻¹ směrem z jihovýchodu. Radioaktivní mrak, který vznikl, byl unášen větrem přes západní část bývalého SSSR směrem k Finsku a Švédsku. Později se však směr větru obrátil a mrak s radioaktivními látkami postupoval přes Polsko směrem k tehdejšímu Československu (SÚJB, 1996).

V průběhu havárie se sovětské orgány domnívaly, že podle směru větru se radioaktivní mrak dostane na východ, a tím pádem se v severní a západní Evropě černobylská havárie neprojeví. Z tohoto důvodu se zpočátku o havárii vůbec neinformovalo. K velkým únikům radioaktivních látek při černobylské havárii došlo během prvních 10 dnů. Odhaduje se, že během události uniklo z havarovaného reaktoru okolo $14 \cdot 10^{18}$ Bq (becquerel) radioaktivních látek, přičemž 25 % z tohoto množství

uniklo během prvního dne (SÚJB, 2001; SÚJB, 2011; Český svaz vědeckotechnických společností, 2011).

Co se týká chemicko-fyzikální formy uniklých radioaktivních látek, šlo především o radioaktivní vzácné plyny. Jednalo se o izotopy xenonu a kryptonu, kterých uniklo při havárii téměř 100 %. Mezi další radionuklidy, které unikly z havarovaného reaktoru, patří radioizotopy jódu v plynné fázi, ve formě aerosolů a také ve formě organické. Poměry mezi jednotlivými formami jódu se lišily v jejich závislosti na čase a místě, kde byly detekovány. Celkově z paliva uniklo 50 až 60 % jódu. Mezi další těkavé prvky a sloučeniny, které se dostaly do ovzduší ve formě aerosolů nebo společně s částicemi rozprášeného paliva, byly cesium a telur. V menším množství radioizotopy málo těkavých prvků jako je cer, zirkonium, baryum a stroncium. Ve formě tzv. horkých částic se do ovzduší dostaly částičky radioaktivního paliva, jejichž množství bylo největší v místech blízko Černobylu, ale byly nalezeny i ve Skandinávii či jihovýchodní Evropě (SÚJB, 2001).

V závislosti na fázích havárie se lišilo radionuklidové složení částic a také jejich fyzikální a chemická forma. Při výbuchu se dostaly do ovzduší radioaktivní vzácné plyny společně s rozprášeným palivem a pak při hoření reaktoru za vysokých teplot unikaly těkavé radionuklidy. Při hašení hořícího reaktoru, který byl zasypáván borem, olovem a dolomitem, mohlo dojít též ke změně unikajících radioaktivních částic. Meteorologické podmínky se v době havárie měnily, a tak se do různých částí Evropy dostávaly kontaminované vzdušné masy vzniklé v různých fázích havárie a v odlišném složení. Míra zasažení území se lišila především vlivem meteorologických podmínek, dešťové srážky situaci zhoršovaly (SÚJB, 2001).

Hlavní zástupce radiojódů (^{131}I) má poločas rozpadu 8 dní, čímž dochází k relativně rychlému rozpadu. Oblasti se zvýšenou kontaminací byly monitorovány především podle koncentrace cesia ^{137}Cs , tedy radionuklidu s dlouhým poločasem rozpadu (30 let). Radioaktivním mrakem byla zasažena téměř celá Evropa, ale k největší kontaminaci došlo v oblastech bývalého SSSR, kde se nyní nachází Bělorusko, Rusko a Ukrajina (Štětina, 2014).

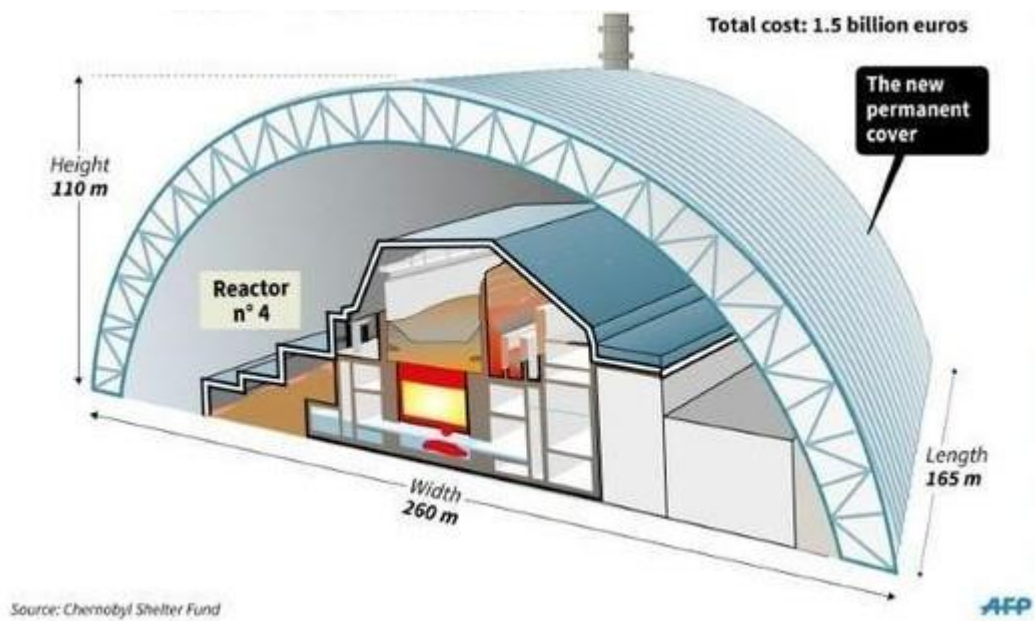
1.1.8 Sarkofág

Z původního sarkofágu, který byl dokončen v listopadu 1986 a byl postaven pouze dočasně, hrozil únik radiace, a proto byla hlavním úkolem stavba nového sarkofágu s plánovanou životností až 100 let. Nový sarkofág má dlouhodobě hermeticky a bezpečně uzavřít ten starý a umožnit tak jeho postupné rozebrání a likvidaci. Tato stavba byla financována a zajištěna ze speciálního účtu u Evropské banky z Evropské unie, na který přispívalo 28 evropských zemí. Celkové náklady na přípravné práce a samotnou stavbu činily 2,15 miliard euro, přičemž sarkofág jako takový vyžadoval 1,5 miliard euro (Baker et al., 2011; Kostka, 2014).

Nový sarkofág má tvar velkého oblouku o výšce 110 m, délce 165 m a šířce 257 m (viz Obrázek 2). Hmotnost celé konstrukce je 30 000 t. Přípravné práce na stavbu začaly koncem roku 2010, zatímco budování základů pro sarkofág bylo zahájeno v roce 2011. Na samotné konstrukci odstartovaly práce v únoru 2012. Oblast, ve které se pracovalo na stavbě nového sarkofágu, byla pečlivě dekontaminována a vyčištěna pro zajištění bezpečnosti techniků a stavařů. Zemina v připravovaném místě byla vybagrována až do hloubky několika metrů. I přes tato opatření mohli pracovníci pobývat v místech budování nového sarkofágu jen polovinu pracovních dnů v měsíci. V případě, že pracovali na základech nové stavby v blízkosti starého sarkofágu, mohli pracovat pouze dvě až tři hodiny denně (Wagner, 2015; U. S. NRC, 2018).

Byl odstraněn i původní ventilační komín o výšce 75,5 m s průměrem 9 m, který byl společný pro blok 3 a 4 a do nového sarkofágu by se nevešel. Ventilační komín, který byl značně kontaminován, byl odstraněn v listopadu a prosinci roku 2013. Instalace nového ventilačního komína o výšce 50 m a průměru 6 m proběhla v listopadu 2011.

Sarkofág se budoval postupně ze dvou částí. Po dokončení druhé poloviny sarkofágu v červenci 2015 se obě části spojily. Po úplném dokončení se po kolejích přesunul nad sarkofág původní, a tím jej hermeticky uzavřel a znemožnil tak únik radiace pomocí efektivního systému ventilace. Nový sarkofág byl kompletně dokončen v listopadu 2017 (Ryzí, 2017).



Obrázek 2: Schéma nového sarkofágu (Sturdee, 2016)

1.2 Mezinárodní stupnice INES

Černobylská havárie stejně jako ostatní radiologické události jsou hodnoceny pomocí sedmistupňové mezinárodní stupnice hodnocení jaderných událostí (The International Nuclear Event Scale – INES), kterou v roce 1990 zavedla Mezinárodní agentura pro atomovou energii IAEA. Tato stupnice slouží ke klasifikaci nehod a havárií na jaderných zařízeních pro účely informování odborné společnosti a široké veřejnosti o závažnosti těchto událostí. Mezinárodní stupnice INES byla v roce 1992 rozšířená a upravená tak, aby byla použitelná pro hodnocení jakékoliv události spojené s radioaktivním materiálem včetně jeho přepravy. Země využívající mezinárodní stupnici INES jsou povinné hlásit každou událost spojenou s únikem radioaktivních látek koordináčnímu centru IAEA. Události na českých jaderných elektrárnách jsou řešeny systémem zpětné vazby. Systém zpětné vazby je účinným bezpečnostním nástrojem držitele povolení. Držitel povolení musí bezodkladně oznamovat Státnímu úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB) události týkající se jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, fyzické ochrany, nakládání s jadernými materiály a havarijní připravenosti. Všechny hlášené události jsou posuzovány podle třech kritérií. Prvním kritériem je hodnocení podle dopadu na bezpečnostní systémy elektrárny. Druhým kritériem je posouzení dopadu na životní prostředí. Třetím a posledním kritériem je hodnocení dopadu na zařízení a prostředí uvnitř elektrárny (IAEA, 2013; Urbančík, 2014).

1.2.1 Popis stupnice

Mezinárodní stupnice INES má 7 stupňů (viz Obrázek 3). Události klasifikovány na stupnici 1–3 jsou označeny jako nehody. Události klasifikovány na stupnici 4–7 se označují jako havárie. Události se stupněm 0 (pod stupnicí) se označují jako odchylky. Odchylky jsou takové události, které nejsou významné z hlediska bezpečnostního rizika (IAEA, 2013).

Stupeň 1 – anomálie

Anomálie od schváleného režimu, ale se zbývající významnou ochranou. Tato událost může nastat v důsledku poruchy zařízení, lidské chyby nebo nedostatků postupů.

Příklad: porušení technických podmínek nebo přepravních předpisů, nehody bez přímých důsledků, které odhalí nedostatky v organizačním systému nebo kultuře bezpečnosti, defekty v potrubí menší, než předpokládá kontrolní program (SÚJB, 2001).

Stupeň 2 – nehoda

Událost s významným selháním bezpečnostních opatření. Nehoda, při které dojde k ozáření pracovníka překračující povolený roční limit nebo události, které vedou k přítomnosti významných množství radioaktivních látek uvnitř jaderné elektrárny.

Příklad: Jaderná elektrárna Mihama 2 (Japonsko, 1991), Jaderná elektrárna Forsmark 1 (Švédsko, 2006)

Stupeň 3 – vážná nehoda

Událost uvnitř jaderné elektrárny s takovým nadměrným ozářením pracovníků, které by způsobilo akutní zdravotní následky. Nehoda, při níž by další závada bezpečnostních systémů mohla vést k havarijním podmínkám a úniku radioaktivních materiálů do okolí.

Příklad: Jaderná elektrárna Davis Besse-1 (USA, 2002), Jaderná elektrárna Paks (Maďarsko, 2003)

Stupeň 4 – havárie bez rizika vně zařízení

Události, jež mají za následek uvolnění radioaktivních látek mimo jaderné zařízení, ale u kterých nejsou vyžadována žádná opatření na ochranu obyvatelstva, kromě regulace požívání některých potravin. Havárie s významným poškozením zařízení. Událost s významným ozářením jednoho či více pracovníků s vysokou pravděpodobností úmrtí.

Příklad: Přepřacovatelský závod Windscale Pile (Velká Británie, 1973), Jaderná elektrárna Saint Laurent (Francie, 1980)

Stupeň 5 – havárie s rizikem vně zařízení

Havárie, u níž dojde k těžkému poškození jaderného zařízení, které může zahrnovat poškození velké části aktivní zóny reaktoru. Při události dojde k úniku radioaktivních materiálů do okolí, přičemž tato situace vyžaduje částečné uplatnění protioopatření zahrnutých v místních havarijních plánech.

Příklad: Windscale Pile (Velká Británie, 1957), Jaderná elektrárna Three Mile Island (USA, 1979)

Stupeň 6 – těžká havárie

Havárie, při níž dojde k úniku radioaktivních materiálů do okolí a tato situace vyžaduje plné uplatnění protioopatření obsažené v místních havarijních plánech.

Příklad: Přepřacovatelský závod Kyštym (bývalý SSSR, 1957)

Stupeň 7 – velmi těžká havárie

Událost, která zanechá dlouhodobé důsledky pro životní prostředí. Při havárii dojde k úniku velkého množství radioaktivních látek například z aktivní zóny reaktoru do okolí. Únik těchto látek by vedl k možnosti vzniku akutních zdravotních účinků a pozdních zdravotních účinků s možností zasažení více než jedné země.

Příklad: Jaderná elektrárna Černobyl (bývalý SSSR, 1986), Jaderná elektrárna Fukušima Daiiči (Japonsko, 2011) (SÚJB, 2001)



Obrázek 3: Mezinárodní stupnice INES (ATOM info, 2016)

Vysvětlivky k obrázku 3: 1 – anomálie; 2 – nehoda; 3 – vážná nehoda; 4 – havárie bez rizika vně zařízení; 5 – havárie s rizikem vně zařízení; 6 – těžká havárie; 7 – velmi těžká havárie; 1–3 nehoda; 4–7 havárie

1.3 Zdravotní, ekologické, sociálně-ekonomické dopady

Havárie měla nejen obrovský dlouhodobý ekologický, kulturní, zdravotní a sociálně-ekonomický dopad jak na území bývalého Sovětského svazu, ale také změnila celosvětový pohled na jadernou energetiku. V následující kapitole jsou podrobně rozebrány jednotlivé dopady této havárie.

1.3.1 Zdravotní dopady

Účinky ionizujícího záření na lidský organismus můžeme rozdělit do dvou základních skupin, a sice na stochastické a deterministické.

Deterministické účinky vznikají na základě smrti části buněčné populace po ozáření. Je pro ně typické, že mají určitou prahovou dávku, pod kterou se neprojeví. Od tohoto prahu jejich závažnost s rostoucí dávkou vzrůstá a mívají typický klinický obraz. Z hlediska doby nástupu od ozáření je můžeme rozdělit na časně a pozdní. Mezi nejvýznamnější onemocnění z této skupiny vznikající časně po ozáření patří akutní nemoc z ozáření, radiační dermatitida a poškození fertility. Akutní nemoc z ozáření se dělí na tři základní syndromy: dřevňový, gastrointestinální a neurovaskulární. Mezi pozdní účinky patří nenádorová pozdní poškození (chronická radiodermatitida a šedý zákal oční čočky). Deterministické účinky bývají nověji také označovány jako účinky tkáňové (Súkupová, 2012; Štětina, 2014; SÚJB, 2017).

Stochastické účinky jsou typické tím, že nemají prahovou dávku a jejich výskyt má ve vztahu k dávce statistický charakter (stochastický, neboli pravděpodobný, náhodný). Jejich podstatou je změna genetické informace buňky, neboli genová mutace, a pro jedince se pouze zvyšuje pravděpodobnost výskytu určitého onemocnění, které se jinak v populaci běžně vyskytuje, nemají tedy typické klinické projevy. Jedná se hlavně o zhoubné nádory a genetické mutace u potomstva (Súkupová, 2012; SÚJB, 2017).

Hodnocení zdravotních dopadů černobylské havárie na obyvatelstvo je velmi komplikované a náročné, neboť vyžaduje rozsáhlé sledování velkých skupin obyvatel po velmi dlouhou dobu, protože některé pozdní následky se mohou objevit až s odstupem řady let. Navíc je nutné dodržet vysoký metodický standard skupinového šetření. Zvláště u sledování pozdních následků ozáření se ve výzkumu projevila řada negativních faktorů, které ještě značně potencoval rozpad SSSR a následné převedení jednotlivých registrů pod dohled samostatných států, čímž došlo k roztržení do té doby jednotného metodického přístupu ke studiím. Jako základní zdroj dat byl založen v roce 1987 tzv. Vsesvazový klinicko-dozimetrický registr spadající pod Radiologické výzkumné centrum v Obninsku. Do roku 1991 registr evidoval celkem 659 292 osob a rozděloval exponované obyvatele do 4 základních skupin:

- účastníci záchranných prací, neboli „likvidátoři“ 43 %
- evakuovaní z nejvíce kontaminovaných zón (depozice $^{137}\text{Cs} > 1480 \text{ kBq.m}^{-2}$) 11 %
- rezidenti ve významně kontaminovaných zónách ($> 555 \text{ kBq.m}^{-2}$) 45 %

- děti rodičů (skupin 1–3) narozené po havárii 1 %

Registr byl otevřený a v průběhu počet evidovaných osob postupně narůstal. Kromě Všesvazového klinicko-dozimetrického registru existuje i celá řada dílčích a menších projektů jak v oblasti bývalého SSSR, tak i v jiných zemích včetně států západní Evropy (Klener et al., 2006; Mašek et al., 2013).

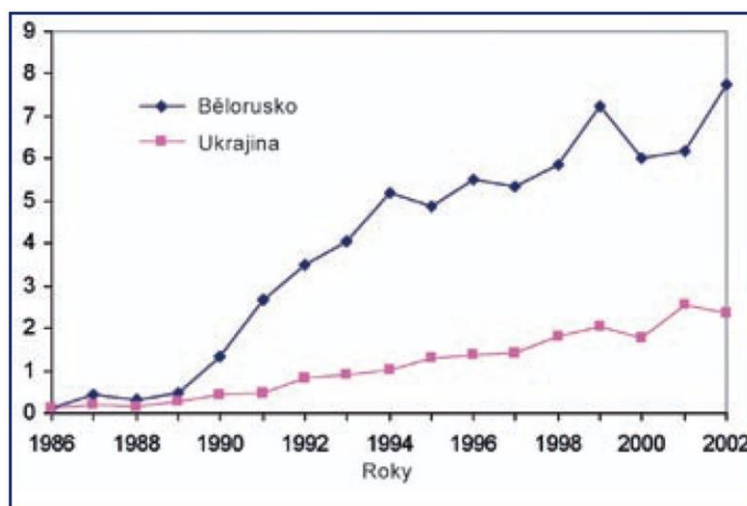
Deterministické účinky po černobylské havárii

V prvních měsících po havárii bylo ošetřováno celkem 237 osob pro riziko rozvoje časných deterministických účinků ozáření, konkrétně se jednalo o akutní nemoc z ozáření. Tato diagnóza byla nakonec potvrzena u 134 vyšetřovaných osob. U 13 pacientů, kteří byli ozáření mezi 5,6–13 Gy, byla provedena transplantace kostní dřeně, ovšem bez výraznějších výsledků. Z akutní nemoci z ozáření se vyléčili pouze 2 z těchto pacientů, k čemuž přispěly i komplikace ve formě těžkých a rozsáhlých popálenin, plicních komplikací a imunologických reakcí. Celkem 28 pacientů zemřelo do 4 měsíců od expozice a v průběhu následujících let (1987–1998) zemřelo z původní skupiny 134 nemocných ještě dalších 11 osob, u kterých ovšem pouze ve čtyřech případech přichází v úvahu souvislost s pozdními následky ozáření (1x gangréna plic, 2x myelodysplastický syndrom a 1x akutní myeloidní leukémie). U ostatních úmrtí je souvislost nepravděpodobná. Mezi nejčastější pozdní deterministické následky patří šedý zákal oční čočky a jizevnaté či vředové změny kůže po popáleninách (Klener, 2001; World Health Organisation, 2006).

Karcinom štítné žlázy

Karcinom štítné žlázy je jasně prokázaným a nejvýznamnějším pozdním následkem ozáření po havárii v jaderné elektrárně Černobyl. Již po 4 letech se začaly objevovat zprávy o zvýšeném výskytu tohoto onemocnění u dětí z území Běloruska, kde došlo k vysoké kontaminaci radioaktivním jódem, následovalo hlášení zvýšeného výskytu i na Ukrajině a v postižených částech Ruské federace. Ukázalo se, že nejvíce ohroženi pro vznik karcinomu štítné žlázy byly děti, obzvláště ty, které byly v době expozice mladší 4 let. S rostoucím věkem dítěte incidence karcinomu klesá a u dospělých se zvýšený výskyt prokázat vůbec nepodařilo (Klener, 2001).

Celkem bylo zaznamenáno mezi roky 1991 až 2005 v postižených oblastech více jak 6 000 případů karcinomu štítné žlázy u dětí a mladistvých, přičemž 15 z nich zemřelo (viz Obrázek 4). Jako hlavní zdroj ozáření se udává pití mléka kontaminovaného radioaktivním jódem ^{131}I v období krátce po havárii. Osm z deseti dětí léčených pro karcinom štítné žlázy v postižených regionech obdrželo dávky radiojodu na štítnou žlázu méně než 1 Gy, 20 % dětí bylo vystaveno 1–1,5 Gy (World Health Organisation, 1995; Český svaz vědeckotechnických společností, 2011).



Obrázek 4: Míra výskytu karcinomu štítné žlázy u dětí a adolescentů ozářených ^{131}I v důsledku černobylské havárie (The Chernobyl Forum, 2005)

Ostatní nádorová onemocnění včetně leukemie

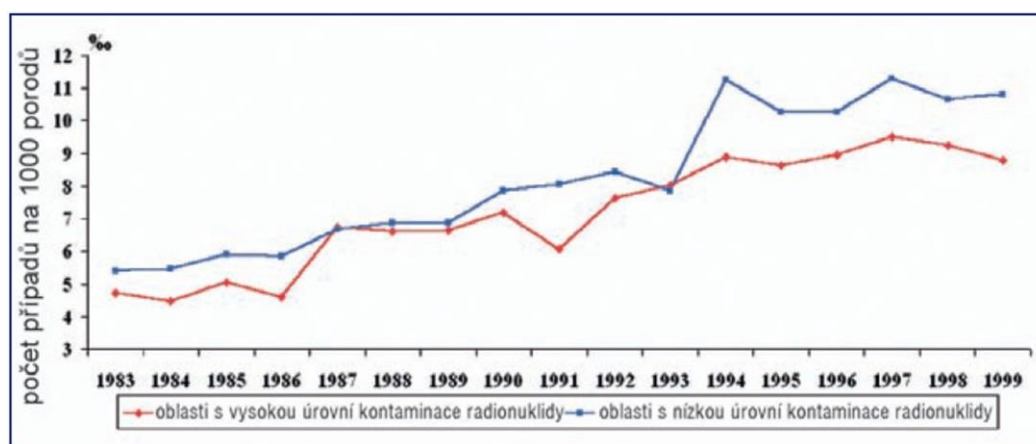
Kromě výskytu karcinomu štítné žlázy je po havárii sledován i výskyt ostatních nádorových onemocnění, mezi kterými má zvlášť významné postavení leukemie, neboť krvetvorný systém je na ozáření obzvláště vnímavý a doba jejího vzniku je relativně krátká. Udává se, že první případy onemocnění se mohou objevovat již po 2 letech od expozice. Zvláštní pozornost je věnována především likvidátorům, u nichž se díky vysoké dávce ozáření předpokládá nejvýraznější nárůst incidence. Z registru 142 000 likvidátorů v Ruské federaci byla zpracována data z let 1986–1993 a výsledkem byl prokazatelný nárůst výskytu leukemie oproti zbytku ruské populace. Tato studie však měla řadu nedostatků. Byly do ní například zahrnuty i chronické lymfatické leukemie (CLL), u kterých není vztah mezi vznikem a ozářením jasně prokázán a uvažovalo se i o možném vlivu aktivní depistáže a o nedostatečné celonárodní statistice, kdy udávané incidence leukemií neodpovídaly skutečnosti. Proto

byla provedena i retrospektivní case-control studie, při které se již žádná statisticky významná souvislost s havárií prokázat nepodařila. Podle novějších studií se ovšem zdá, že určitý nárůst incidence leukemie jiné než CLL u ruských likvidátorů mezi roky 1986–1996 přeci jen bude prokazatelný (Klener, 2001; The Chernobyl Forum, 2006).

Co se týče ostatních nádorových onemocnění, tak je udáván nárůst u ruských pracovníků podílejících se na likvidaci následků havárie. U široké veřejnosti nedošlo, kromě již zmíněného karcinomu štítné žlázy u dětí, k statisticky významnému nárůstu nádorových onemocnění (The Chernobyl Forum, 2006).

Vliv na genetické změny a reprodukci

Obyvatelé postižených oblastí byli vystaveni relativně nízkým dávkám záření, a tak není pravděpodobné a neexistuje ani žádný důkaz o snížení fertility u mužů i žen jako následek ozáření. Podle UNSCEAR (2001) se ani nepředpokládá nárůst výskytu dědičných chorob způsobených ionizujícím zářením. V letech následujících po havárii došlo k mírnému, ale stálému, narůstání počtu vrozených vývojových vad v Bělorusku a to jak v kontaminovaných, tak nekontaminovaných oblastech (viz Obrázek 5). Tento fenomén je ovšem přičítán spíše pečlivějšímu sledování a častějšímu zachytu a evidenci zmíněných onemocnění po havárii (UNSCEAR, 2001; The Chernobyl Forum, 2006).



Obrázek 5: Rozšíření vrozených malformací ve 4 oblastech Běloruska s vysokou a nízkou hladinou kontaminace radionuklidy (The Chernobyl Forum, 2005)

Psychologické následky

Psychologické a sociální následky havárie svým rozsahem v mnohém přesahují rámec problémů zdravotních. Obecně může jakýkoliv traumatický zážitek způsobit výskyt příznaků stresu, deprese, úzkosti a lékařsky nevysvětlitelných tělesných stesků. Tyto jevy se vyskytovaly i u dotčených obyvatel po havárii v Černobylu. Celkem ve třech studiích se zjistilo, že hladina úzkosti byla až dvakrát vyšší u obyvatel vystavených ozáření než u kontrolní skupiny z nepostižených oblastí a rovněž pravděpodobnost stížností na špatný zdravotní stav a lékařsky nepodložené symptomy byla 3–4 krát vyšší než u kontrolních skupin (The Chernobyl Forum, 2006).

Ukázalo se, že míra strachu a pesimismu byla u obyvatelstva neúměrně vyšší reálným zdravotním dopadům, jaké na populaci havárie měla. Kromě tradičních důvodů plynoucích z neznalosti a mylných představ o účincích ionizujícího záření, podvědomého přirovnávání situace k výbuchu atomové bomby a neschopnosti člověka vnímat záření svými smysly přispěla k celé situaci i všeobecná neinformovanost o skutečné aktuální situaci a rozsahu havárie. Široká veřejnost přidělila obyvatelům zasažených oblastí obecně nálepkou „oběti Černobylu“ a ti pak často sami přijali roli invalidů. Postižení obyvatelé se podporovali v tom, aby sami sebe vnímali jako bezmocné a slabé, kteří sami nejsou schopni kontrolovat svoji budoucnost (Klener, 2001; The Chernobyl Forum, 2006).

1.3.2 Ekologický dopad

Po havárii byl podrobně zkoumán ekologický dopad radioaktivního úniku a spadu, přenosu radionuklidů a jejich usazování v živých organismech, aplikace nápravných opatření, radiací vyvolané účinky na rostliny a živočichy a demontáž sarkofágu a nakládání s radioaktivním odpadem v uzavřené zóně Černobylu (The Chernobyl Forum, 2006).

Únik a usazování radioaktivního materiálu

Po havárii z 26. dubna 1986 unikalo ze 4. bloku elektrárny po 10 dnů velké množství radionuklidů, přičemž bylo v Evropě kontaminováno více jak 200 000 km² území radioaktivním cesiem ¹³⁷Cs nad úroveň 37 EBq.m⁻². Přes 70 % této oblasti se

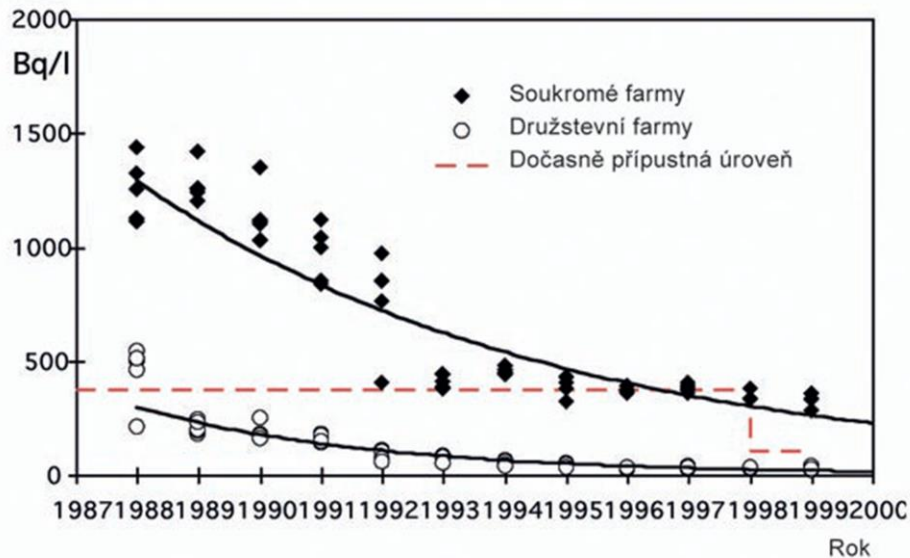
nacházelo ve třech zemích, a sice v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině. Usazování bylo mnohem výraznější v těch místech, kde v době, kdy přes oblast procházel radioaktivní mrak, pršelo. Rovněž se kontaminace lišila zastoupením jednotlivých radioizotopů, např. většina stroncia a plutonia zůstala v okruhu do 100 km od elektrárny, a to díky větším rozměrům částic. Problematika zamoření se vyvíjela i v čase podle poločasu rozpadu jednotlivých radioizotopů. Bezprostředně po havárii se nejvíce věnovala pozornost radioaktivnímu jodu ^{131}I s krátkým poločasem rozpadu. V dalších desetiletích se projevovalo především cesium ^{137}Cs , druhotně stroncium ^{90}Sr , a v nejdelším časovém horizontu stovek až tisíců let bude hrát největší roli kontaminace izotopy plutonia ^{238}Pu , plutonia ^{239}Pu , plutonia ^{240}Pu a americia ^{241}Am (The Chernobyl Forum, 2006; Mareš et al., 2013).

Vliv na jednotlivé ekosystémy

Ve městech byla za sucha kontaminace soustředěna na keře, stromy, trávníky a střechy, za deště byly více zasaženy rovné plochy. Největší koncentrace cesia ^{137}Cs byly zjištěny kolem domů, kam déšť splavil radionuklidy ze střech. Postupně docházelo k snižování povrchové kontaminace měst a sekundárnímu přesunu kontaminace do odpadních vod a kanalizace. V současnosti je úroveň radiace ve většině zasažených sídel na úrovni pozadí před havárií. V některých oblastech ještě zůstává zvýšená úroveň nad půdou některých zahrad a parků v Bělorusku, Ukrajině a Rusku (The Chernobyl Forum, 2006).

V zemědělství hrála v prvních měsících největší roli kontaminace jodem ^{131}I , který se dostával přes pasoucí se krávy na zamořených pastvinách do mléka, odkud pak putoval zejména k malým dětem, které kontaminované mléko pily. Kromě nejvíce postižených oblastí Běloruska, Ruska a Ukrajiny se v Evropě dostalo omezené množství radionuklidu do mléka i v jižních zemích, kde už se dobytek pásal venku (viz Obrázek 6). V dalším období docházelo i k příjmu radionuklidů kořeny rostlin, zejména cesia ^{137}Cs a v blízkosti reaktoru i stroncia ^{90}Sr . Obsah izotopů se v rostlinách v postižených oblastech po havárii neustále snižuje, nadále přetrvává určitá kontaminace cesia ^{137}Cs v mase, mléce a v určitém měřítku i v rostlinách a zemědělských plodinách. V současné době je již koncentrace cesia ^{137}Cs v potravinářských a zemědělských produktech celkově pod akční národní a mezinárodní

úrovni. Naproti tomu vysoké hladiny cesia ^{137}Cs se nadále vyskytují v lesních ekosystémech mnoha států Evropy, zejména v houbách, bobulích a zvěřině, neboť zde dochází k trvalé recirkulaci radionuklidu. Lze předpokládat, že tento stav potrvá ještě desetiletí (The Chernobyl Forum, 2006).



Obrázek 6: Snižování koncentrace aktivity ^{137}Cs v mléce vyrobeném v soukromých a družstevních farmách regionu Rovno na Ukrajině ve srovnání s dočasně přípustnou úrovní (The Chernobyl Forum, 2005)

Dalším kontaminovaným systémem byly povrchové vodní plochy v nejvíce postižených oblastech i ve vzdálenějších částech Evropy. Zpočátku převažoval jod ^{131}I , který se zprvu výrazně koncentroval v masě ryb. Jeho koncentrace však rychle klesla vlivem rychlého rozpadu, zředění a zachycení v sedimentech. Kontaminace masa ryb cesiem ^{137}Cs pokračovala daleko delší dobu, ovšem dnes se již její úrovně nepovažují za nebezpečné. Obsah stroncia ^{90}Sr vzhledem ke svému hromadění spíše v kostech a celkově menšímu spadu nebyl v rybách pro lidi příliš významný. Velká přetrvávající kontaminace zůstává nadále v několika uzavřených jezerech bez odtoku v nejvíce postižených oblastech (The Chernobyl Forum, 2006).

Aplikace nápravných opatření

Po havárii následovala celá řada krátkodobých i dlouhodobých ekologických opatření ke zmírnění negativních následků, na což bylo vynaloženo značné množství financí. Podle odhadů to např. v roce 1991 bylo na Ukrajině 2–7 % a v Bělorusku

22,3 % národního rozpočtu. Kromě dekontaminace postižených osad bylo nejúčinnějším opatřením v prvních fázích po havárii vyřazení kontaminované trávy jako krmiva pro hospodářská zvířata a zákaz distribuce jodu ^{131}I kontaminovaného mléka. Úspěšné bylo krmení zvířat neznečištěným krmivem. V dlouhodobém měřítku se jako problém ukázala kontaminace masa a mléka cesiem ^{137}Cs , což se v některých zemích řešilo ošetřením zemědělské půdy určené k pěstování krmiva, poskytováním nekontaminovaného krmiva a aplikací berlínské modři, která je schopna vázat cesium ^{137}Cs u zvířat. Účinná byla i opatření týkající se regulace pohybu v postižených lesích a omezení konzumace zvěřiny a lesních plodů. V červenci 2010 běloruská vláda rozhodla o tom, že se lidé vysídlení z některých zakázaných zón mohou vrátit a opět zde budou moci hospodařit. Podle míry kontaminace bude půda určena buď k zemědělskému obdělávání, nebo k zalesnění (The Chernobyl Forum, 2006; Dienstbier, 2010; Český svaz vědeckotechnických společností, 2011).

Vliv na zvířata a rostlinstvo

V oblasti s vysokou úrovní expozice ve vzdálenosti 20–30 km od elektrárny bylo pozorováno množství akutních nežádoucích účinků na rostlinách a zvířatech. Mimo tuto oblast žádné účinky vyvolané radiací pozorovány nebyly. Hlavní projevy ozáření byly zvýšené odumírání jehličnanů, bezobratlých a savců a ztráta reprodukční schopnosti u některých rostlin a zvířat. Nebyly však pozorovány žádné účinky na rostliny a zvířata vystavená během prvního měsíce kumulativní dávkou menší jak 0,3 Gy. Fauna a flóra se ze závažnějších následků záření zotavovala několik let. V současné době jsou environmentální podmínky v uzavřené zóně velmi příznivé, čemuž napomohlo i přerušení lidských aktivit jako zemědělství a průmyslová výroba. V zakázaném pásmu okolo elektrárny dnes žije mnoho ohrožených druhů, jako jsou medvědi, vlci, různé druhy ptactva a divocí koně (The Chernobyl Forum, 2006; Český svaz vědeckotechnických společností, 2011).

1.3.3 Sociálně-ekonomický dopad

Ekonomický dopad černobylské havárie byl obrovský. Přesné náklady, které musely postižené státy zaplatit, je obtížné spočítat vzhledem k politickým

a ekonomickým událostem při rozpadu SSSR. Odhaduje se ovšem, že náklady za několik desetiletí dosáhly stovek miliard dolarů. Finanční ztráty souvisely jednak přímo se škodami, které havárie napáchala, ale dále se na nich podílely i náklady na stavbu sarkofágu a likvidaci škod, výstavbu nových bytů a infrastruktury pro nuceně přesídlené obyvatelstvo, sociální podpora a zdravotní péče pro oběti havárie a v neposlední řadě i náklady na výzkum a monitoraci následků. Dále měly vliv i nepřímé finanční ztráty vyplývající z nemožnosti využívat zemědělskou půdu, lesy a průmyslové objekty v kontaminované oblasti a z nákladů na výrobu energie po zničení reaktoru a zastavení běloruského jaderného programu. Je nutno podotknout, že na financování nápravných opatření po havárii se podílely i mnohé jiné státy. Organizace OSN, přední nevládní organizace a mezinárodní nadace založily téměř 92 projektů, které od roku 1986 poskytly Černobyli pomoc ve výši 58,1 milionu amerických dolarů (The United Nations and Chernobyl, 2004; The Chernobyl Forum, 2006; Green Facts, 2017).

Tyto výdaje byly pro státní rozpočty dotčených zemí, zejména Bělorusko a Ukrajinu, velmi zatěžující a velkou měrou v nich byly zastoupeny výdaje na sociální podporu pro oběti havárie, kterých bylo celkem okolo 7 milionů. Díky velkému množství širokých výhod a privilegií, které běloruská a ukrajinská vláda pro oběti Černobyli zavedla, se počet registrovaných obětí stále zvyšoval, zvláště pak v devadesátých letech 20. století v době ekonomické krize. Roli zde hrála i korupce. Jen na Ukrajině se počet občanů označených jako trvale invalidní v důsledku černobylské havárie zvýšil mezi lety 1991 a 1997 z 200 až na 64 500 a v roce 2001 již byl počet evidovaných invalidů 91 219 (The Chernobyl Forum, 2006; Green Facts, 2017).

Kontaminované byly převážně venkovské oblasti, kde bylo stěžejním pilířem ekonomiky zemědělství, které bylo havárií poznamenáno nejvíce. Celkem bylo na Ukrajině, v Bělorusku a Ruské federaci vyjmuto z užívání 784 320 ha zemědělské půdy a v 694 200 ha lesa byla zastavena těžba. Pro rychlejší obnovu zemědělských ploch byly používány chemické vazače cesia ^{137}Cs , na něž z významné části přispívala i OSN. Povinnost radiologických kontrol zboží zase značně omezila trh s potravinami. S problémy se potýkaly i oblasti, kde bylo zemědělství díky nápravným opatřením bezpečné, neboť lidé produkty z kontaminovaných oblastí ze strachu odmítali. Ke všem těmto dopadům se ještě přidaly ekonomické problémy jednotlivých zemí, které následovaly po rozpadu SSSR (The United Nations and Chernobyl, 2004; The Chernobyl Forum, 2006).

Dalším fenoménem, který trvá do dnešní doby, je nevyrovnaná demografická situace v kontaminovaných oblastech, kdy je v místní populaci neúměrně vysoké procento starších obyvatel, což je dáno nucenou i dobrovolnou migrací po havárii. Navíc opustilo region mnoho vzdělaných a kvalifikovaných pracovníků, čímž se ještě více ztížila ekonomická obnova (UNSCEAR, 2001, Wagner, 2015).

1.4 Dopad černobylské havárie na tehdejší ČSSR

Stejně jako v řadě jiných evropských zemí byly i na našem území první signály o blížícím se radioaktivním mračenem zachyceny při provádění pravidelných kontrolních měření v jaderných elektrárnách. První hlášení přišlo v noci z 29. na 30. dubna 1986. Hned ráno se začalo se systematickým měřením i na některých odborech hygieny záření krajských hygienických stanic (KHS) a v Centru hygieny záření IHE (Institut hygieny a epidemiologie).

Byly zaznamenány tři významné průchody kontaminovaných vzdušných mas. První v noci z 29. na 30. dubna 1986, druhý 3. a 4. května 1986 a třetí 7. května 1986. V aerosolech bylo identifikováno až 20 různých radionuklidů, přičemž hodnoty z hlediska expozice významných radionuklidů (jod ^{131}I , tellur ^{132}Te , cesium ^{137}Cs , cesium ^{134}Cs , ruthenium ^{103}Ru) se pohybovaly v řádu jednotek až desítek $\text{Bq}\cdot\text{m}^{-3}$. Po přechodu posledních kontaminovaných mas po 10. květnu se výrazně snížila aktivita ovzduší (Hůlka et al., 2006).

Nehomogenita plošné kontaminace byla způsobená nerovnoměrnými srážkovými událostmi v době průchodu kontaminovaných vzdušných mas (Rulík et al., 2011). Vyšším spadem u nás byly zasaženy některé rozsáhlejší přírodní ekosystémy, protože v době přechodu kontaminovaných vzdušných mas přes dané území přišlo. Jedná se především o území Jeseníků a Šumavy. V době prvního celostátního průzkumu kontaminace půdy nebyla Šumava dostatečně zmapována, jelikož se v té době jednalo o nepřístupné hraniční pásmo. Na počátku devadesátých let minulého století bylo mapování doplněno o podrobné letecké a pozemní monitorování, čímž byla nalezena místa (např. okolí Prášil) s plošnou aktivitou rovnou nejvyšším hodnotám na Opavsku (SÚRO, 2012).

Ozáření ze spadu bylo významnější, zatímco např. přímé zevní ozáření z přechodu „radioaktivního mraku“ bylo zanedbatelné (výpočtem ho lze odhadnout na méně než

0,001 mSv). Ke zvýšení příkonu dávkového ekvivalentu na několiknásobek přírodního pozadí došlo na krátkou dobu a toto zvýšení bylo měřitelné běžnými prostředky v časovém horizontu několika týdnů. Průměrná efektivní dávka od zevního ozáření ze spadu v ČSSR byla v roce 1986 odhadnuta na ~0,05 mSv (za zbývající období lidského života cca 70 let (1986–2056) z modelu přibližně na 0,28 mSv).

Nejdříve byly provedeny odhady dávek obyvatelstvu a predikce jejich časového vývoje na základě měření aktivity radionuklidů v ovzduší a ve spadu a měření dávkových příkonů. Dávky obyvatelstvu byly odhadovány konzervativně, přesto ležely hluboko pod hodnotami, pro něž byly v citovaných mezinárodních i československých dokumentech doporučovány protiopatření.

S vývojem situace byla stále větší pozornost věnována omezování průniku radioaktivních látek do potravin. U mléka a čerstvé listové zeleniny se očekávala nejvýznamnější kontaminace jodem ^{131}I . V první řadě došlo k preventivnímu opatření v krmení dojníc, kdy bylo doporučeno krmení suchým krmivem. Následovala kontrola obsahu radionuklidu v mléce a mléčných výrobcích, protože tyto produkty byly nejvýznamnějším zdrojem jodu ^{131}I , cesia ^{137}Cs a cesia ^{134}Cs pro obyvatelstvo v potravinovém řetězci. Hlavní pozornost byla zaměřená na 25 vybraných mlékáren geograficky rovnoměrně rozložených po území bývalého Československa (Hůlka et al., 2006).

Několik dalších opatření bylo zavedeno z důvodu regulace expozice obyvatelstva z příjmu radionuklidů potravou. Na návrh doporučení porady expertů Regionální úřadovny pro Evropu Světové zdravotnické organizace se mělo vyřadit mléko s objemovou aktivitou nad $2\,000\text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$. Protože v bývalém Československu byla v tuto dobu nadprodukce mléka a hodnoty objemové aktivity v mléce byly nižší, bylo z přímé konzumace vyřazeno mléko s objemovou aktivitou jodu ^{131}I vyšší než $1\,000\text{ Bq}\cdot\text{l}^{-1}$. Obsah cesia ^{137}Cs ve vzorcích mléka z vybraných mlékáren je sledován až do současné doby (Malátová, 2006; Prouza, 2006).

Mezi dalšími přijatými opatřeními byla změna svozových oblastí mléka a přesunutí výroby, aby se docílilo snížení obsahu radionuklidu v dětské mléčné výživě. Tímto opatřením došlo ke snížení obsahu radionuklidu 3 až 6 krát. Mléko s vyšším obsahem jodu ^{131}I bylo použito např. k výrobě dlouho zrajících sýrů. Ovčí mléko mělo také vyšší objemovou aktivitu jodu ^{131}I , proto byla na Slovensku vydána pastevcům jodová profylaxe, která obsahovala neaktivní jod blokující štítnou žlázu.

Mezi další sledované potraviny patřily ty, které jsou z hlediska spotřeby obyvatelstva nejvýznamnější, jako je například maso, obilniny, zelenina nebo ovoce. Obsah cesia ^{137}Cs se měl projevit především v mase, proto byla vzhledem k naměřeným hodnotám zavedena regulace spotřeby zvěřiny. Hmotnostní aktivity jodu ^{131}I u listové zeleniny, jako je např. špenát, salát nebo přezimující pórek, popřípadě u jarních sušených léčivých rostlin, se v prvních dnech po havárii pohybovaly v řádu až tisíců $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$. V ovoci a kořenové zelenině se díky poločas rozpadu, který je charakterizován jako časový úsek, během něhož se původní aktivita radioaktivního nuklidu zmenší na jednu polovinu, a vegetačnímu období kontaminace jodem ^{131}I projevila minimálně. Kontaminace ovoce a zeleniny cesiem ^{137}Cs v roce havárie se pohybovala v rozpětí jednotek až desítek $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (výjimečně i stovek, například rybíz), kontaminace obilnin ve sklizni v roce 1986 v rozmezí jednotek až desítek $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Hůlka et al., 2006).

Mezi další méně významná opatření patřilo například zvýšené kropení silnic na začátku května 1986 nebo doporučení zvýšené opatrnosti při výměně filtrů ve velkých ventilačních zařízeních. Na nějakou dobu byla zastavena i výroba léků z čerstvých hovězích štítných žláz. Tato opatření neomezovala život obyvatel a nevyžadovala jejich aktivní spoluúčast. Průměrná efektivní dávka obyvatelstvu pro rok 1986 byla odhadnutá na 0,6 mSv, konzervativní predikce celkové efektivní dávky byla 0,8 mSv. Na základě měření byly odhady postupně upřesňovány; současný odhad dávky za rok 1986 je 0,26 mSv, což je asi desetina dávky průměrně obdržené občanem z přírodního radioaktivního pozadí za rok. V dalších letech po havárii se dávky občanům bývalé ČSSR z radionuklidů uvolněných při výbuchu jaderné elektrárny Černobyl postupně snižovaly. V dnešní době se odhaduje průměrná efektivní dávka v důsledku této havárie na 0,5 mSv.

Opatření, jako je zákaz vycházek těhotným, hromadná distribuce jodových preparátů, omezení cestování nebo pobytu v přírodě, byla odborníky zamítnutá jako zcela neodůvodněná. Celkově lze přijatá opatření hodnotit jako přiměřená, protože při nízké úrovni ozáření obyvatelstva nebylo třeba přijímat v bývalé ČSSR opatření, která by zasahovala do běžného způsobu života obyvatel. Z hlediska vlastní ochrany zdraví byla u nás podniknutá včas nejspíše všechna rozumná opatření, což bylo potvrzeno i v mezinárodních odborných kruzích (Malátová, 2006).

1.5 Základní statistické metody

Výzkumná část diplomové práce zahrnuje statistické zpracování datového souboru, a proto zde uvádím použité základní statistické metody.

Statistika je vědní disciplína, která se zabývá zkoumáním jevů, které mají hromadný charakter. Tento jev se nazývá hromadný náhodný jev. Hromadný náhodný jev je charakteristický tím, že má velký počet výsledků, které jsou naměřené s velkou pravděpodobností (Cyhelský et al. 1999; Homola, 2014; Záškodný et al., 2016).

Základní statistické metody se zabývají zjišťováním, zpracováním a hodnocením údajů o hromadném náhodném jevu. Uplatnění statistiky nacházíme v mnoha oborech a slouží jako nástroj pro tvorbu podkladů, které jsou důležité z hlediska rozhodování.

Statistické šetření se skládá ze dvou základních částí. První z těchto základních částí využívá metody deskriptivní (popisné) statistiky a obsahuje formulaci statistického šetření, škálování, měření v deskriptivní statistice a elementární statistické zpracování. Informace obsažené ve velkém množství dat shrnuje popisná statistika pomocí přehledných tabulek, grafů nebo číselných charakteristik. Ve druhé části jsou výsledky, které získáme, zpracované pomocí metod matematické statistiky. Matematická statistika využívá teorii pravděpodobnosti a umožňuje nám vyjadřovat kvalifikované závěry o zkoumaném jevu. Patří sem neparametrické testování, teorie odhadů, parametrické testování a měření statistických závislostí (Budíková et al., 2010; Neubauer et al., 2012; Záškodný et al., 2016).

1.5.1 Formulace statistického šetření

Podstatou formulace statistického šetření je vymezení základních statistických pojmů. Hromadný náhodný jev (HNJ) je takový jev, který má mnoho výsledků a je spojen s různou pravděpodobností naměřených statistických dat. Statistická jednotka (SJ) je nositelem hromadného náhodného jevu. Vlastnost statistické jednotky, která je předmětem statistického šetření, je statistický znak (SZ). Hodnotou statistického znaku (HSZ) nazýváme způsob popisu zkoumaného statistického znaku. Základní statistický soubor (ZSS) je množina všech statistických jednotek. Náhodný výběr (NV) se provádí pro získání omezeného počtu statistických jednotek a tímto procesem je získán výběrový statistický soubor (VSS). Náhodný výběr se získá např. losováním nebo generátorem náhodných čísel. O jednorozměrném souboru mluvíme tehdy, pokud je

u výběrového statistického souboru zkoumán pouze jeden statistický znak. Při zkoumání více statistických znaků je tento soubor vícerozměrný (Záškodný et al., 2016).

1.5.2 Škálování

Škálování je vhodné vyjádření hodnot statistického znaku prostřednictvím prvku škály. Hodnoty statistického znaku členíme do rozumných skupin. Jednotlivé skupiny jsou prvky škály. Souhrn prvků škály se nazývá škála. Podle povahy statistického znaku je možné rozlišovat čtyři typy škál: nominální, ordinální, kvantitativní metrickou a absolutní metrickou (Záškodný et al., 2016).

1.5.3 Měření v deskriptivní statistice

Měření v deskriptivní statistice je další metodou statistického zpracování. Procesem měření rozumíme přiřazování počtu statistických jednotek výběrového statistického souboru prvkům škály. Údaje o hodnotách statistického znaku jsou výsledky měření. Absolutní četnosti udávají, kolikrát byl daný prvek škály naměřen. Relativní četnosti prvků škály udávají pravděpodobnost výsledků měření. Kumulativní četnosti prvků škály udávají pravděpodobnost, že bude naměřen výsledek měření menší nebo roven danému výsledku (Záškodný et al., 2016).

1.5.4 Elementární statistické zpracování

Naměřené výsledky můžeme pomocí elementárního statistického zpracování seřadit do tabulky, graficky vyjádřit a parametrizovat vhodnými empirickými parametry. Tabulka, empirické rozdělení četností a empirické parametry jsou výsledky této metody.

Tabulka je rozdělená do osmi sloupců. Prvky škály, absolutní, relativní a kumulativní četnosti tvoří první čtyři sloupce tabulky. Tyto hodnoty mají spíše kontrolní význam. Pro znázornění empirických rozdělení jsou důležité tyto první čtyři

sloupce tabulky, v dalších čtyřech sloupcích tabulky jsou údaje potřebné k výpočtu empirických parametrů.

Empirická rozdělení četností lze členit na dva základní druhy. První druh přiřazuje prvkům škály odpovídající absolutní četnosti nebo relativní četnosti. Druhý druh přiřazuje prvkům škály odpovídající kumulativní četnosti. V grafickém vyjádření empirického rozdělení souřadnicového systému jsou na vodorovnou osu nanášeny prvky škály a na svislou osu odpovídající četnosti. Spojením sousedních bodů této množiny lze získat lomenou čáru, kterou nazýváme polygon. Rozeznáváme polygon absolutních četností, polygon relativních četností, polygon kumulativních četností. Grafické vyjádření nám umožňuje okamžité zkoumání, kterému teoretickému rozdělení se přibližuje empirické rozdělení získané jako výsledek deskriptivní statistiky.

Povahu zkoumaného statistického souboru popisují empirické parametry. Dělíme je podle toho, jaký rys zkoumaného statistického souboru vystihují. Mezi empirické parametry řadíme parametr polohy, proměnlivosti (variability), šikmosti a špičatosti. Obecný moment 1. řádu O_1 je parametr polohy a nazývá se aritmetický průměr. Centrální moment 2. řádu C_2 je parametr proměnlivosti a nazývá se empirický rozptyl. Normovaný moment 3. řádu N_3 je parametr šikmosti a nazývá se koeficient šikmosti. Normovaný moment 4. řádu N_4 je parametr špičatosti a nazývá se koeficient špičatosti (Záškodný et al., 2016).

1.5.5 Parametrické testování

Podstatou parametrického testování je srovnání empirických parametrů zkoumaného statistického souboru s parametry jiného statistického souboru. Testování parametrických hypotéz vychází z aparátu nulové a alternativní hypotézy a je doplněn aparátem kritického oboru W . Parametrické testování řeší interakci s okolím. Hypotézy je nutné naformulovat, vybrat vhodné statistické kritérium, nalézt jeho kritickou hodnotu a poté zapsat kritický obor. Dále je zapotřebí vypočítat experimentální hodnotu statistického kritéria. Parametrické testování dělíme na jednovýběrové a dvojbvýběrové.

Použitím jednovýběrového parametrického testování se odpovídá na otázku, zda zkoumaný výběrový statistický soubor mohl být vybrán z popsaného základního statistického souboru. V případě jednovýběrového parametrického testování hypotézy o střední hodnotě se používá jednovýběrový t-test, u testování rozptylu pak

jednovýběrový χ^2 -test. H_0 hypotéza předpokládá, že výběrový statistický soubor mohl být vybrán z popsaného základního statistického souboru, H_a hypotéza tento předpoklad odmítá. Pokud je vypočítaná experimentální hodnota prvkem kritického oboru, je zapotřebí přijmout H_a hypotézu.

Použitím dvojitýběrového parametrického testování se odpovídá na otázku, zda oba výběrové statistické soubory zkoumaly podobnou otázku a mohou spolu spolupracovat. V případě dvojitýběrového parametrického testování hypotézy se používá dvojitýběrový t-test pro rovnost středních hodnot a dvojitýběrový F-test pro rovnost rozptylů. H_0 hypotéza předpokládá, že oba zkoumané výběrové statistické soubory mohly být vybrány z téhož základního statistického souboru, H_a hypotéza tento předpoklad odmítá. Za předpokladu, že je vypočítaná experimentální hodnota prvkem kritického oboru, je třeba přijmout H_a hypotézu (Záškodný et al., 2016).

2 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit úroveň znalostí obyvatelstva o jaderné havárii Černobyl v Kraji Vysočina a porovnat výsledky znalostí obyvatel ve věku 18–44 let se znalostmi obyvatel starších 45 let.

2.2 Hypotézy

Ke splnění výše uvedených cílů diplomové práce byly stanoveny následující hypotézy:

H1: Více než 2/3 všech oslovených obyvatel v rámci Kraje Vysočina bude mít v dotazníkovém šetření týkajícím se znalostí o jaderné havárii v Černobylu více než 60 % odpovědí správných.

H2: Obyvatelé starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti o jaderné havárii v Černobylu než obyvatelé mladší 45 let.

3 METODIKA VÝZKUMU

Pro zpracování teoretické části diplomové práce na téma „**Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii jaderné elektrárny Černobyl**” byla provedená rešerše jak české, tak i zahraniční odborné literatury a internetových zdrojů.

Kvantitativní výzkum byl proveden pro zpracování výzkumné části diplomové práce. Data byla získána prostřednictvím dotazníkového šetření, které proběhlo v měsících únor a březen 2019 mezi obyvateli Kraje Vysočina. Dotazník byl zkonstruován ve formě testu. Dotazník byl anonymní a určený pro fyzické osoby. Dotazník obsahoval 1 otázku informativního charakteru (věk respondenta) a 14 otázek zaměřených na problematiku jaderné havárie v Černobylu, viz Příloha A. Otázky byly vytvořeny tak, aby danou problematiku zahrnovaly v celé její šíři od znalosti rizik vzniklých při havárii a úniku radioaktivních látek až po jejich účinky na zdraví člověka a opatření vedoucí ke snížení dopadu na obyvatelstvo České republiky. Každá testová otázka obsahovala 4 možné odpovědi, z nichž byla pouze 1 odpověď správná.

Výběr míst pro uskutečnění dotazníkového šetření byl proveden pomocí náhodného výběru. Z každého okresu Kraje Vysočina bylo vylosováno 1 město, obec s rozšířenou působností nebo obec s pověřeným obecním úřadem, kde následně proběhl výzkum. Jednalo se o místa Světlá nad Sázavou, Brtnice, Humpolec, Náměšť nad Oslavou a Nové Město na Moravě. Celkem bylo rozdáno a vyplněno 200 dotazníků. Z toho 100 dotazníků bylo vyplněno respondenty ve věkové kategorii 18–44 let a 100 dotazníků respondenty nad 45 let. Jako místa pro provádění dotazníkového šetření byla zvolena především obchodní centra, autobusová a vlaková nádraží, či školy v jednotlivých oblastech, kde se nejvíce shromažďují obyvatelé rozdílných věkových kategorií a rozdílného místa bydliště.

Získaná data byla zpracována za pomoci programu Microsoft Office Excel do grafů a tabulek a vyhodnocena pomocí metod deskriptivní a matematické statistiky. U každé otázky dotazníku bylo provedeno procentuální vyhodnocení správných a špatných odpovědí a také porovnání správných a špatných odpovědí obou věkových kategorií. Vzájemné porovnání znalosti mezi sledovanými věkovými skupinami bylo testováno pomocí dvojitýběrového t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

4 VÝSLEDKY

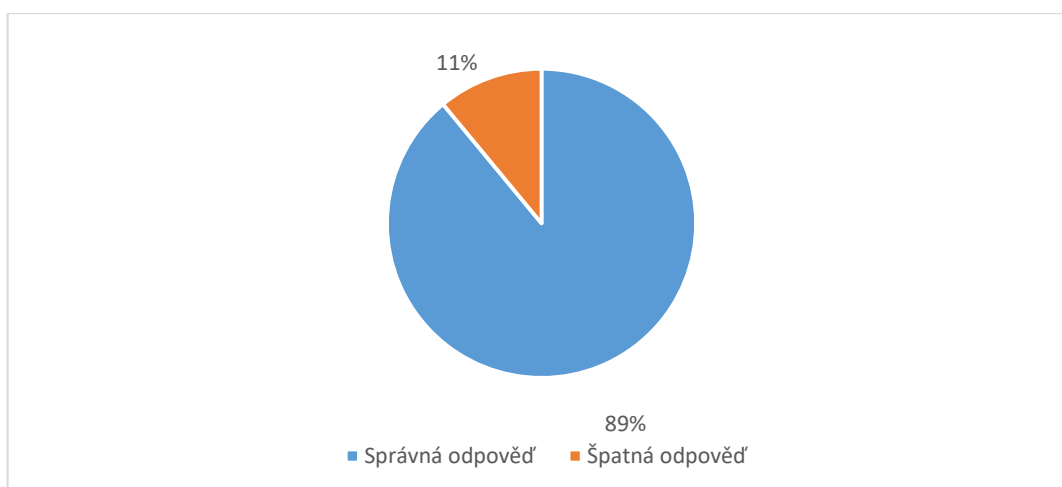
V této kapitole jsou uvedeny výsledky a následné statistické zpracování dat získaných při dotazníkovém šetření.

4.1 Výsledky dotazníkového šetření

V této podkapitole jsou prezentovány výsledky dotazníkového průzkumu. Pro každou otázku je vytvořen výsečový graf znázorňující celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a sloupcový graf znázorňující zastoupení správných a špatných odpovědí v jednotlivých věkových kategoriích, tedy u skupiny osob ve věku 18–44 let a u osob ve věku nad 45 let. Následuje výčet jednotlivých otázek dotazníku s uvedením výše zmíněných výsledků v číselné i grafické podobě, správná odpověď na otázku je vždy zvýrazněna tučně.

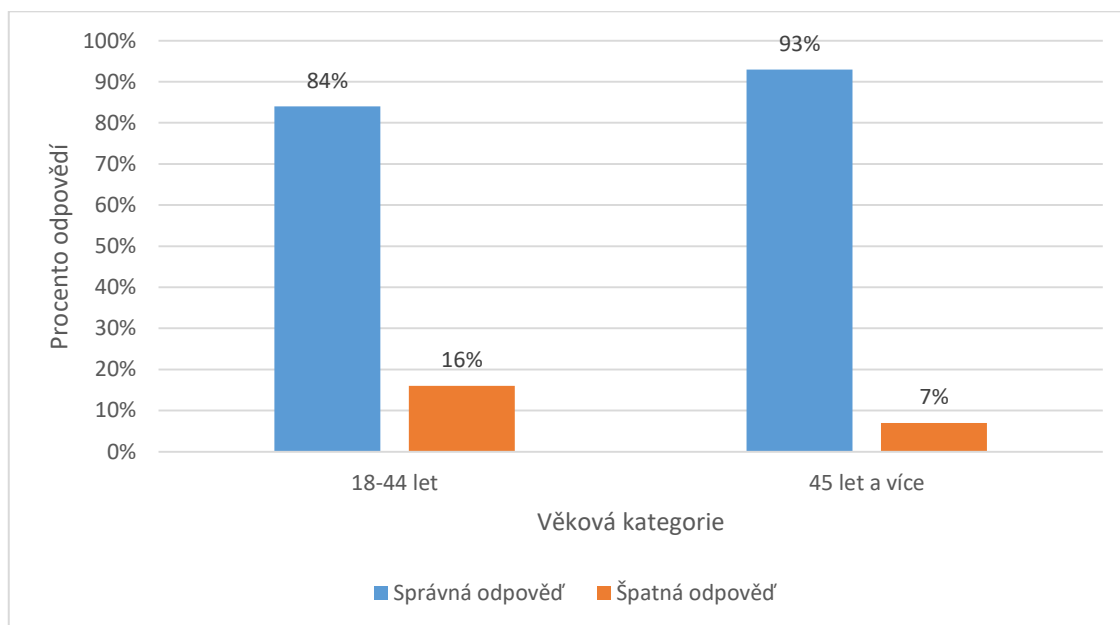
2. V kterém roce došlo k havárii jaderné elektrárny Černobyl?

- a) 2011
- b) 1986**
- c) 1992
- d) 1974



Graf 1: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 2
(zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 2 odpovědělo správně celkem 89 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 11 % dotázaných (viz Graf 1).

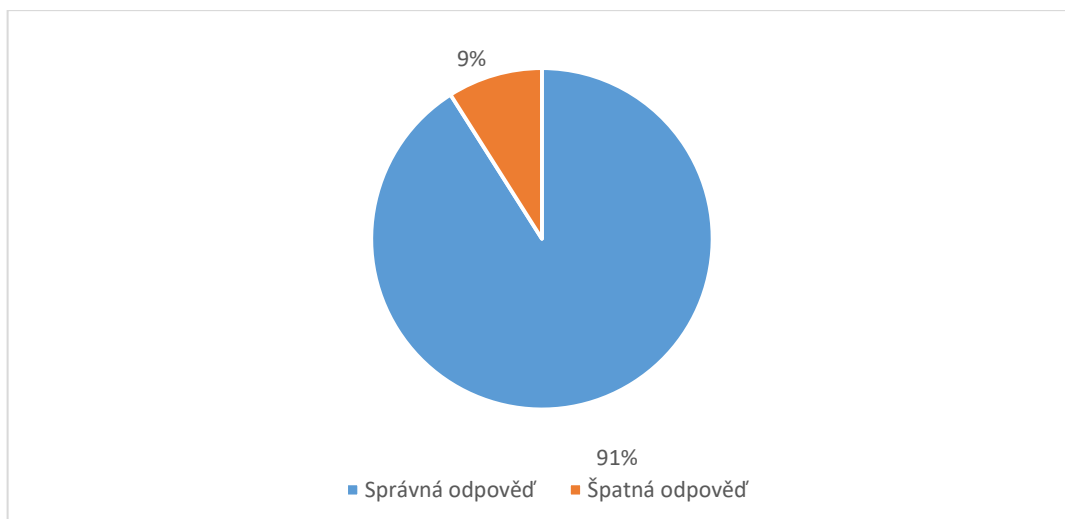


Graf 2: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 2 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 2 odpovědělo správně 84 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 93 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 2).

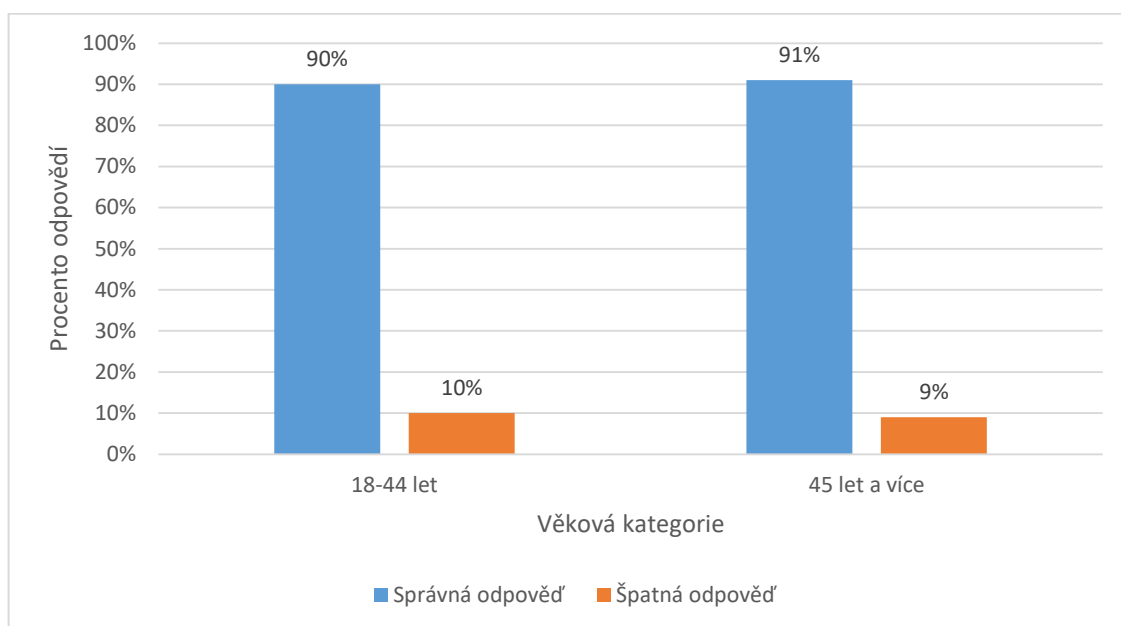
3. Ve kterém státě k výbuchu došlo?

- a) Rusko
- b) Bělorusko
- c) **Ukrajina**
- d) Francie



Graf 3: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 3 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 3 odpovědělo správně celkem 91 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 9 % dotázaných (viz Graf 3).

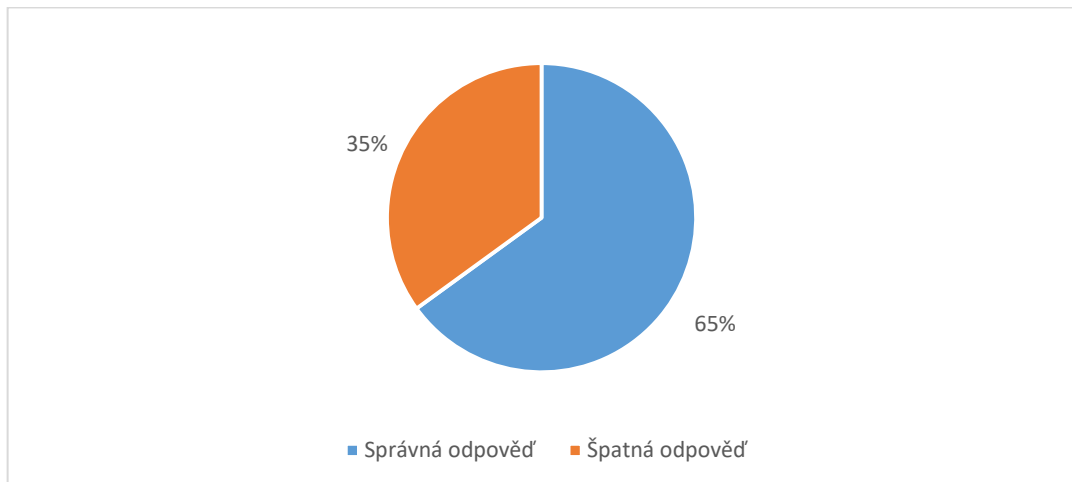


Graf 4: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 3 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 3 odpovědělo správně 90 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 91 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 4).

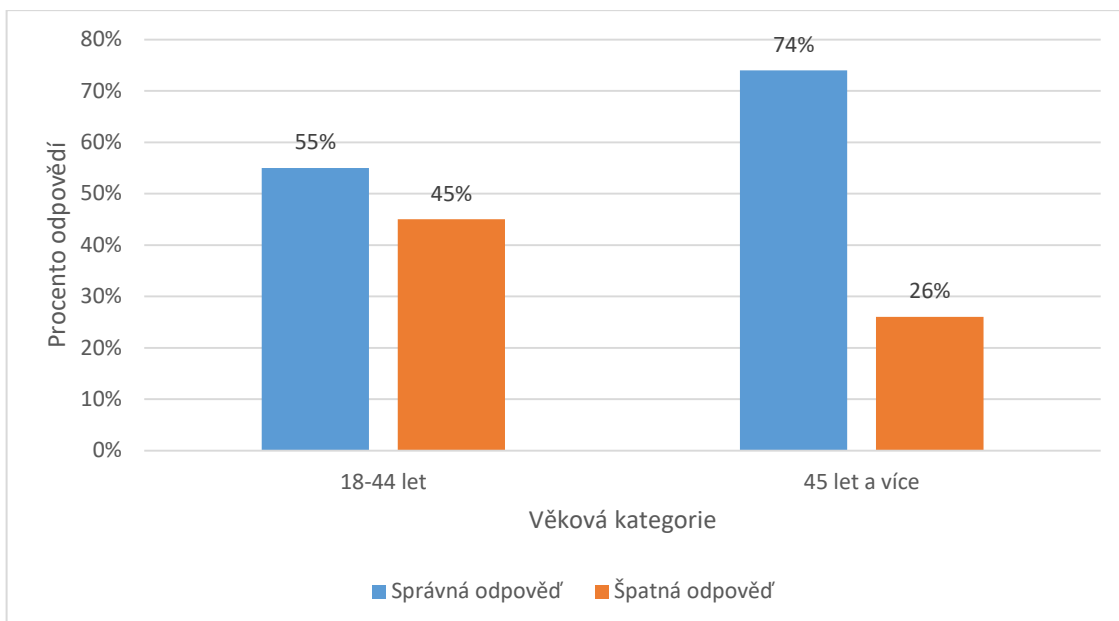
4. Jak velké území zasáhly radioaktivní látky, které unikly z jaderného reaktoru?

- a) území Ukrajiny, Ruska, Polska a bývalé ČSSR
- b) areál elektrárny
- c) téměř všechny státy Evropy**
- d) areál elektrárny a jeho širší okolí



Graf 5: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 4
(zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 4 odpovědělo správně celkem 65 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 35 % dotázaných (viz Graf 5).

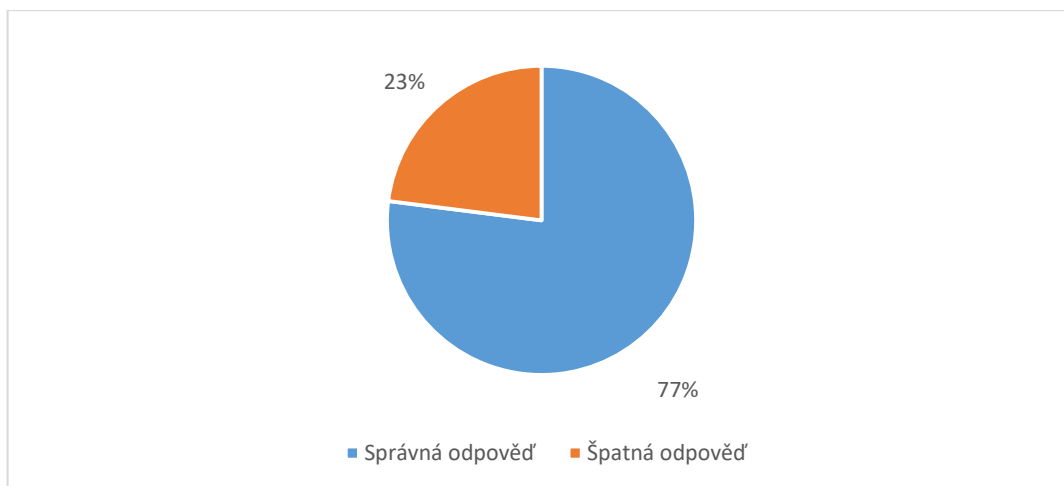


Graf 6: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 4 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 4 odpovědělo správně 55 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 74 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 6).

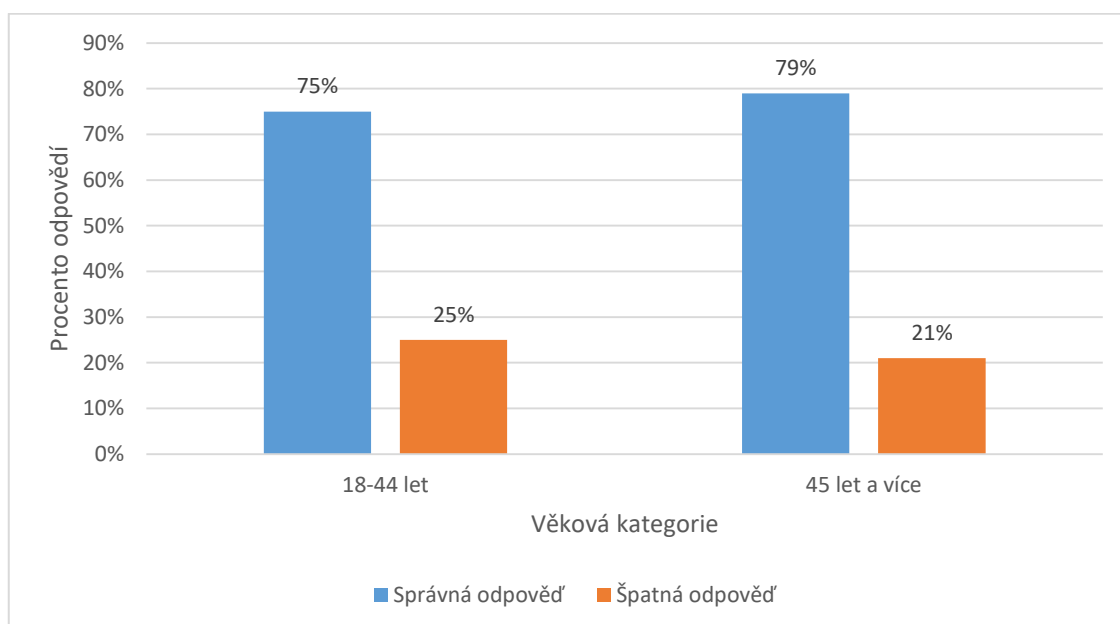
5. Jakým stupněm závažnosti byla událost podle mezinárodní stupnice INES (International Nuclear Event Scale) hodnocena? (stupeň 0 – odchylka, stupeň 7 – velmi těžká havárie)

- a) stupeň 7
- b) stupeň 5
- c) stupeň 2
- d) stupeň 4



Graf 7: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 5 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 5 odpovědělo správně celkem 77 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 23 % dotázaných (viz Graf 7).

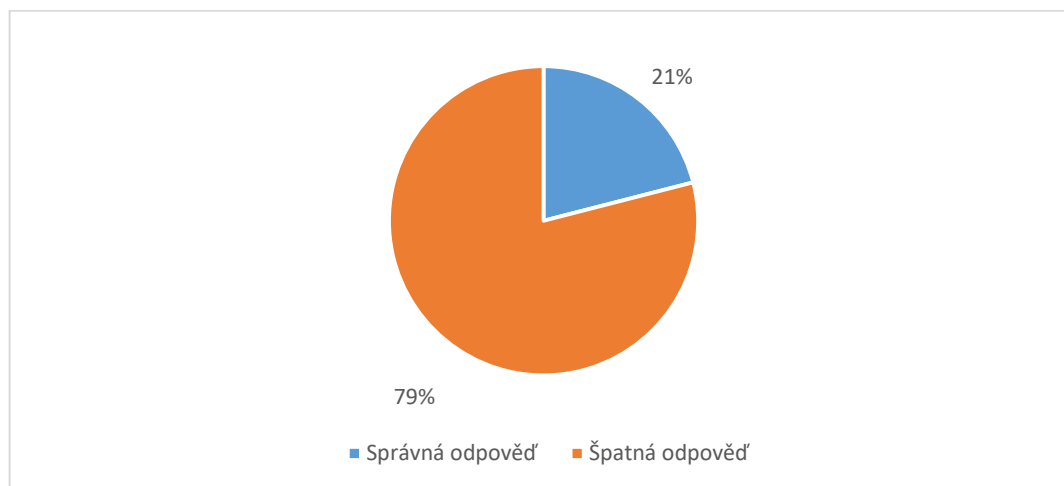


Graf 8: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 5 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 5 odpovědělo správně 75 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 79 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 8).

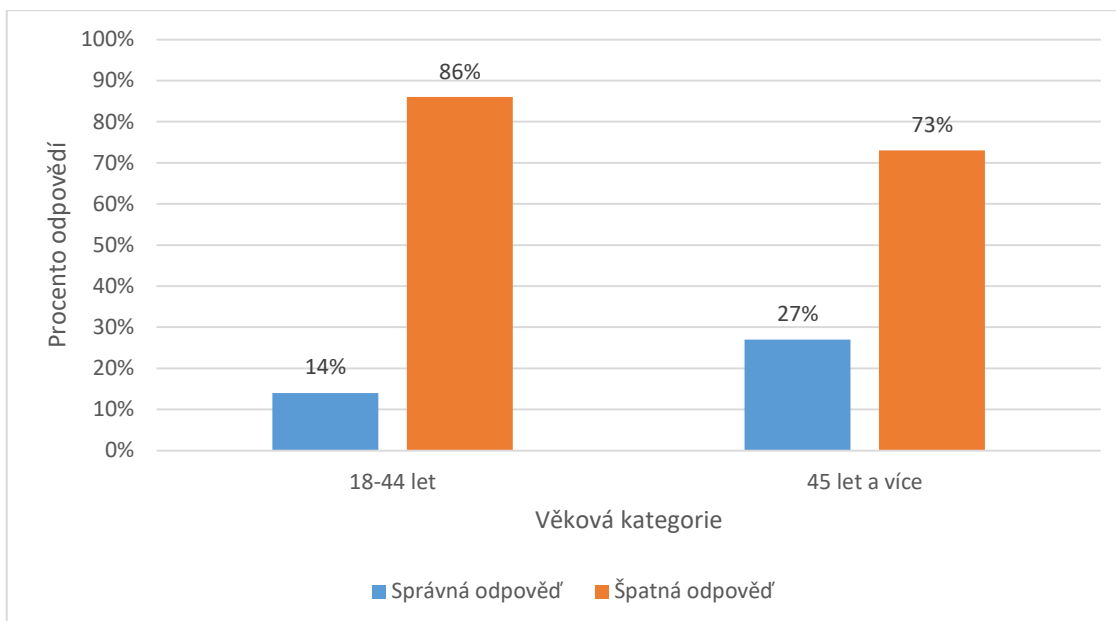
6. Co bylo hlavní příčinou vzniku havárie?

- a) přírodní katastrofa
- b) závada na chladicím systému
- c) nevydařený experiment**
- d) lidská chyba



Graf 9: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 6
(zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 6 odpovědělo správně celkem 21 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 79 % dotázaných (viz Graf 9).

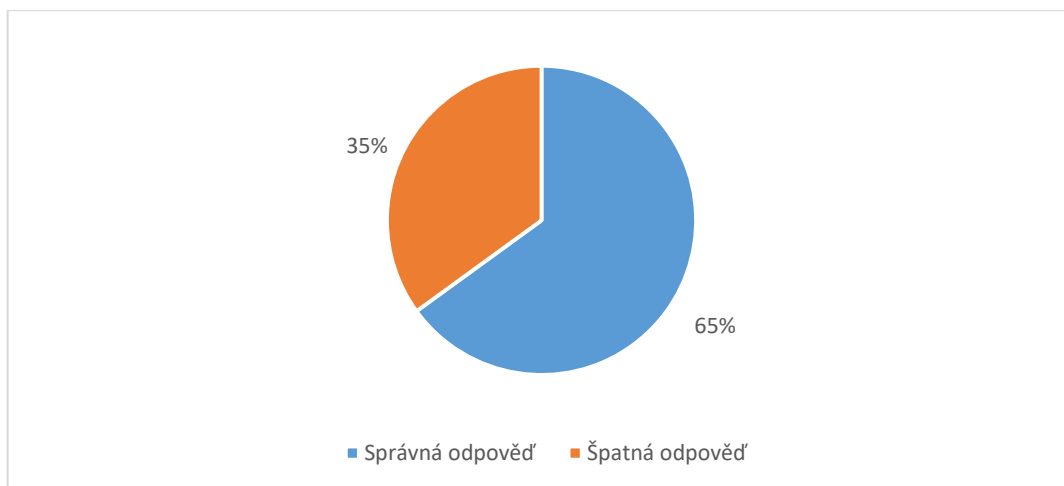


Graf 10: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 6 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 6 odpovědělo správně 14 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 27 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 10).

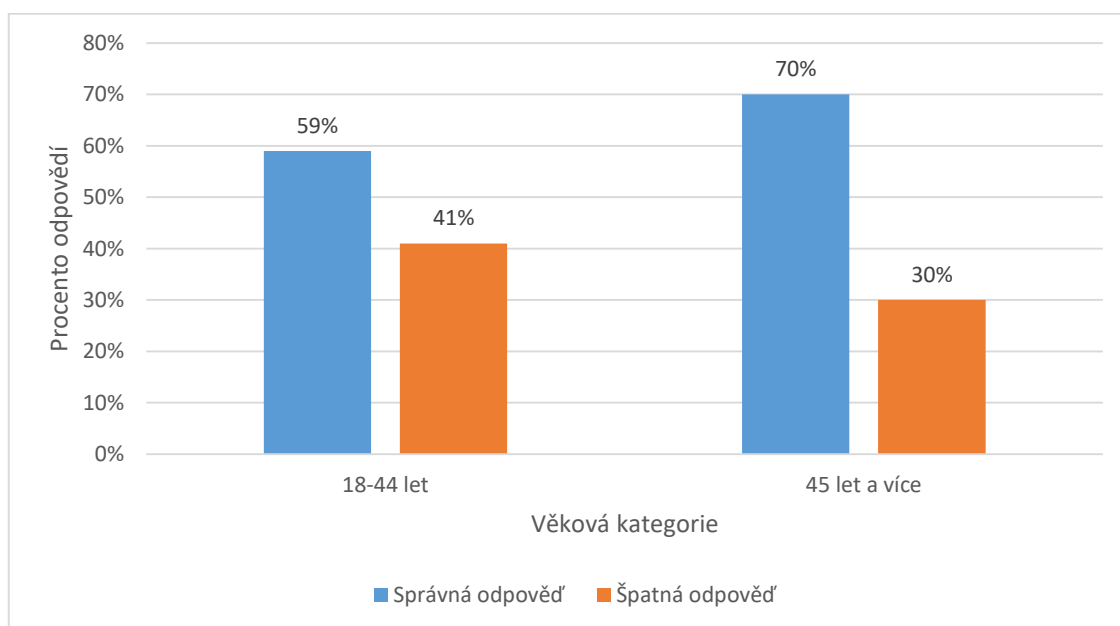
7. Myslíte si, že informovanost a varování obyvatelstva o havárii byla v tehdejší době dostatečná?

- a) ano, média dostatečně informovala o vzniklé situaci
- b) ne, tehdejší vláda tajila veškeré informace
- c) ano, ale obyvatelstvu byly podány zkreslené informace**
- d) ano, vláda podala včasné a pravdivé informace



Graf 11: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 7 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 7 odpovědělo správně celkem 65 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 35 % dotázaných (viz Graf 11).

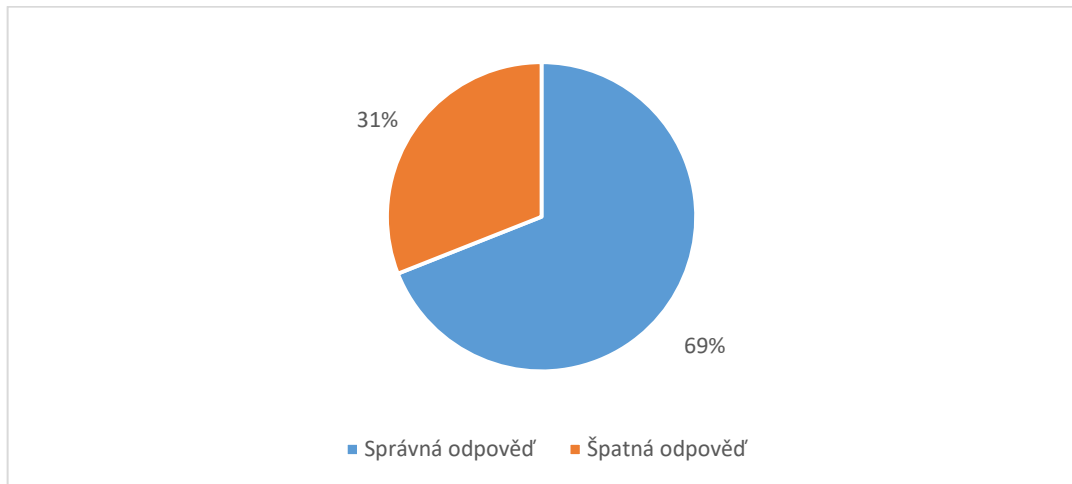


Graf 12: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 7 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 7 odpovědělo správně 59 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 70 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 12).

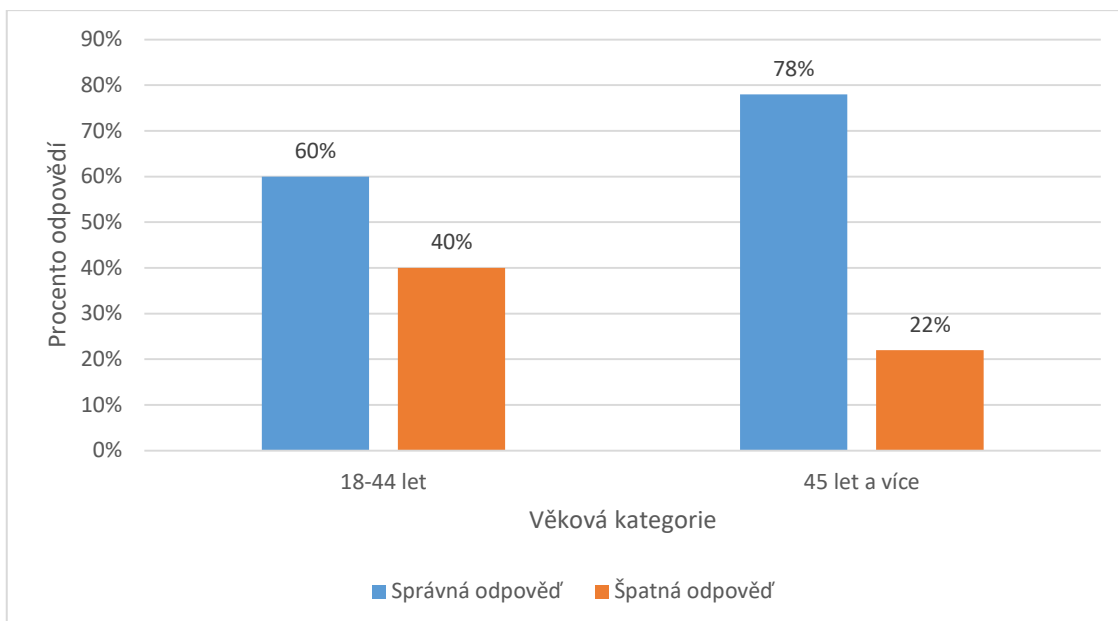
8. Které radioaktivní látky, které unikly při výbuchu do okolí, představovaly největší riziko pro obyvatelstvo?

- a) radioaktivní jód a cesium
- b) radioaktivní látky krypton a argon
- c) radioaktivní železo a kobalt
- d) radioaktivní dusík



Graf 13: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 8 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 8 odpovědělo správně celkem 69 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 31 % dotázaných (viz Graf 13).

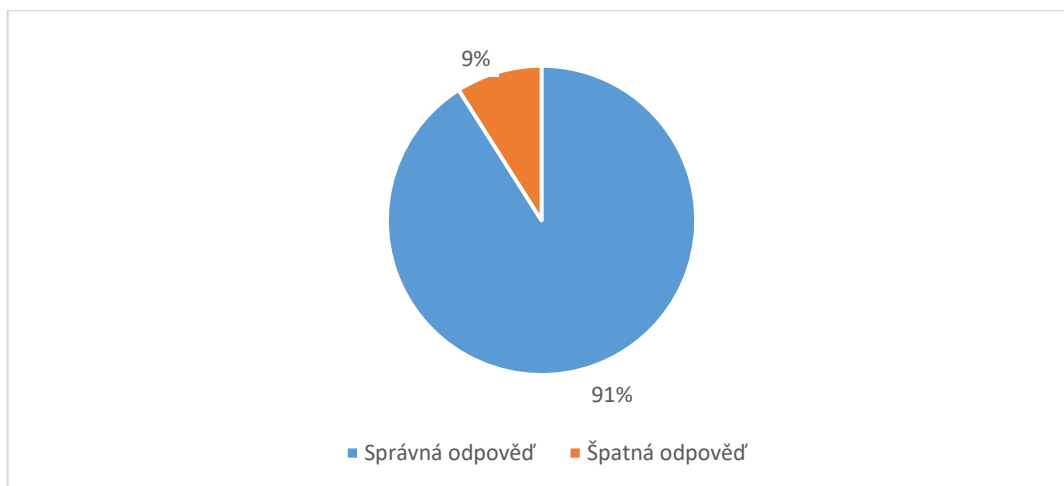


Graf 14: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 8 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 8 odpovědělo správně 60 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 78 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 14).

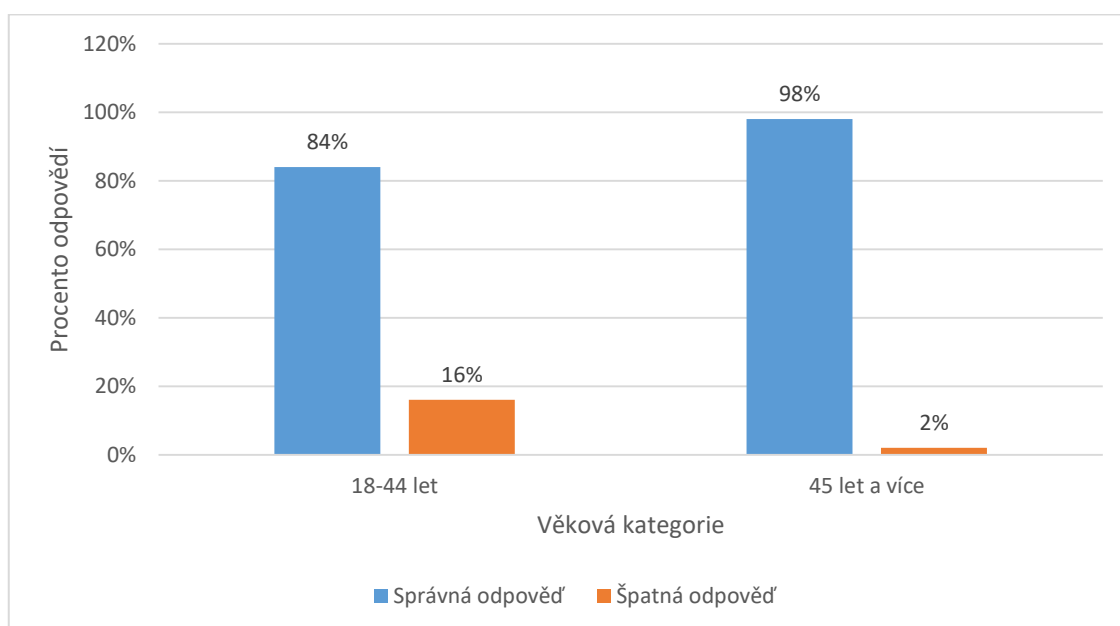
9. Jakým způsobem se radioaktivní látky po výbuchu dostaly na území tehdejší ČSSR?

- a) ropovodem Družba
- b) dovozem potravin a zboží z oblasti výbuchu
- c) ve formě radioaktivního mraku a následného radioaktivního spadu**
- d) vnější kontaminací obyvatel a následnou migrací



Graf 15: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 9 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 9 odpovědělo správně celkem 91 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 9 % dotázaných (viz Graf 15).

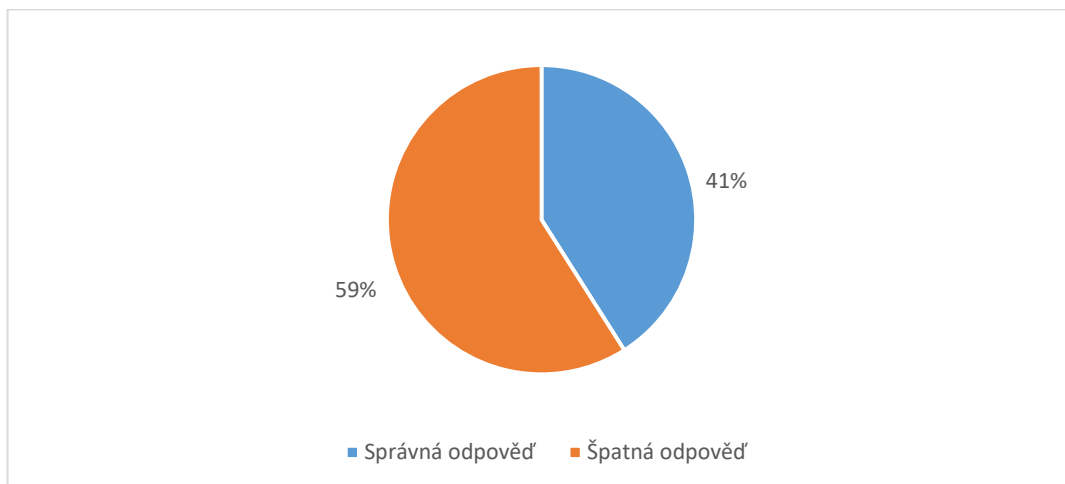


Graf 16: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 9 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 9 odpovědělo správně 84 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 98 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 16).

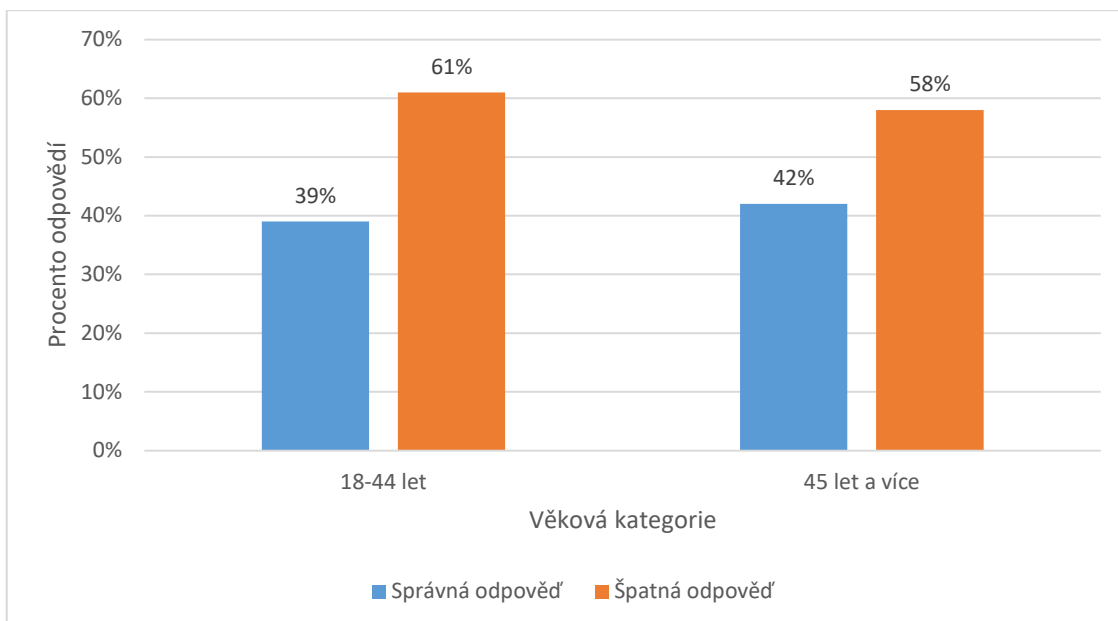
10. Kolik osob zemřelo bezprostředně po havárii na následky ozáření?

- a) 97
- b) 31**
- c) 168
- d) žádná



Graf 17: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 10
(zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 10 odpovědělo správně celkem 41 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 59 % dotázaných (viz Graf 17).

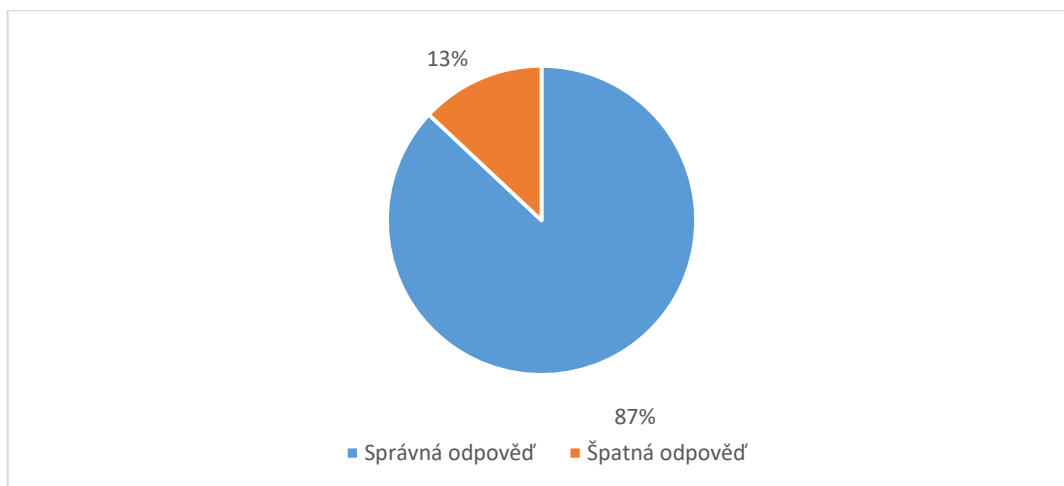


Graf 18: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 10 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 10 odpovědělo správně 39 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 42 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 18).

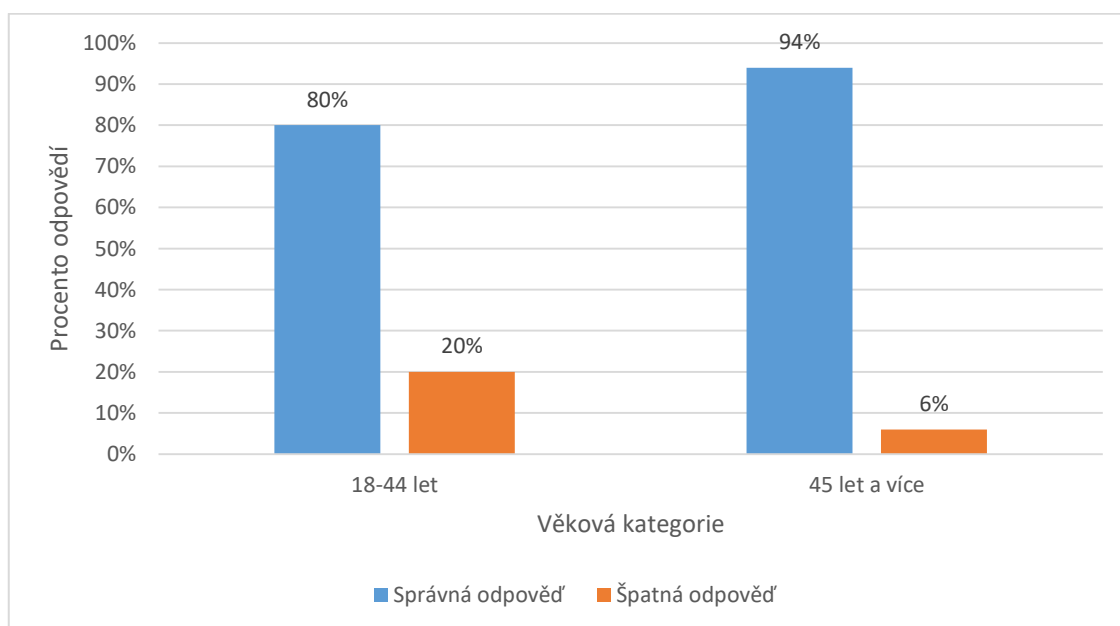
11. Jaké zdravotní komplikace se mohou projevit u zasažených osob i po 10 letech od ozáření?

- a) průjmy a zvracení
- b) nádorová onemocnění**
- c) dýchací potíže
- d) akutní nemoc z ozáření



Graf 19: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 11 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 11 odpovědělo správně celkem 87 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 13 % dotázaných (viz Graf 19).

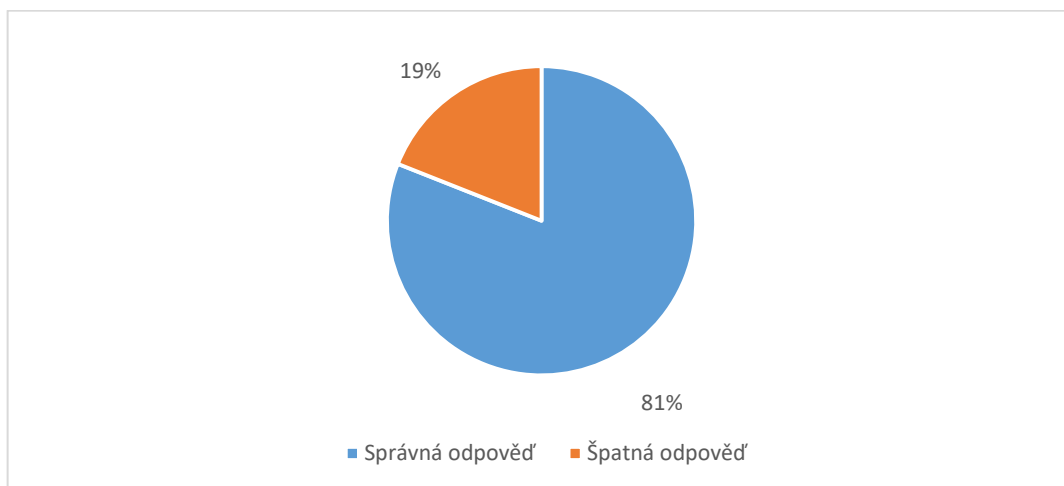


Graf 20: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 11 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 11 odpovědělo správně 80 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 94 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 20).

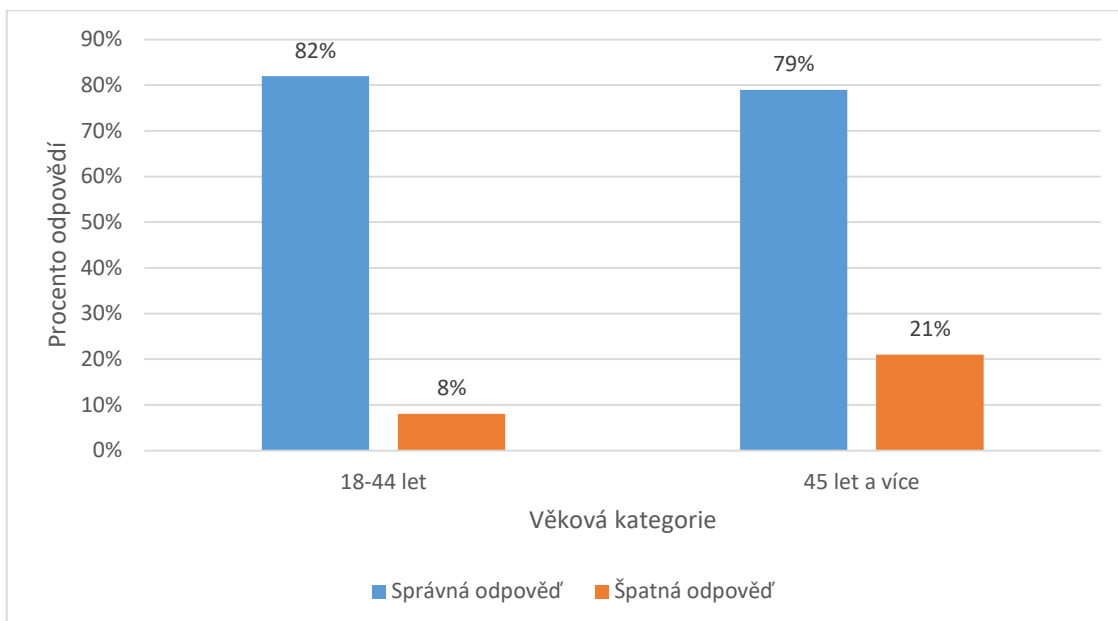
12. Který orgán je nejvíce náchylný ke vzniku rakoviny z ozáření?

- a) štítná žláza
- b) tenké střevo
- c) mozek
- d) plíce



Graf 21: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 12
(zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 12 odpovědělo správně celkem 81 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 19 % dotázaných (viz Graf 21).

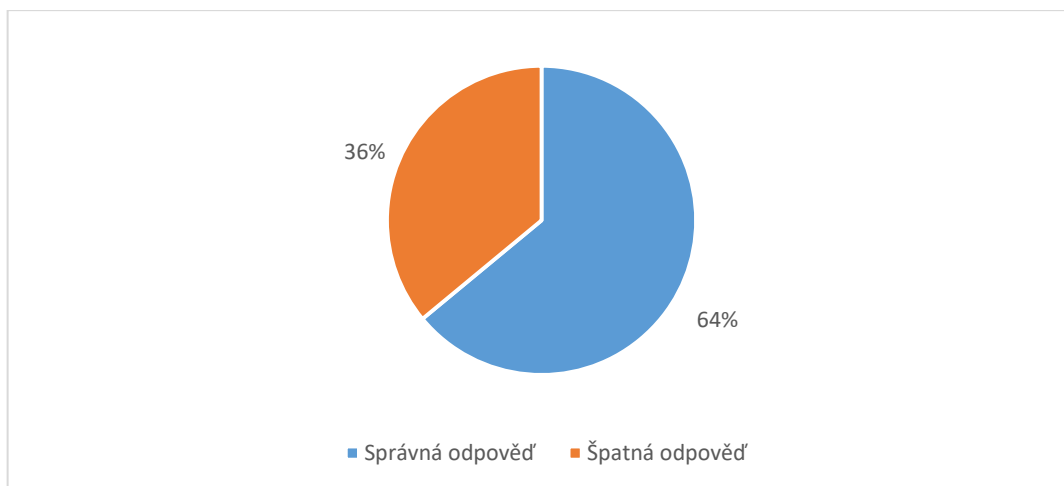


Graf 22: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 12 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 12 odpovědělo správně 82 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 79 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 22).

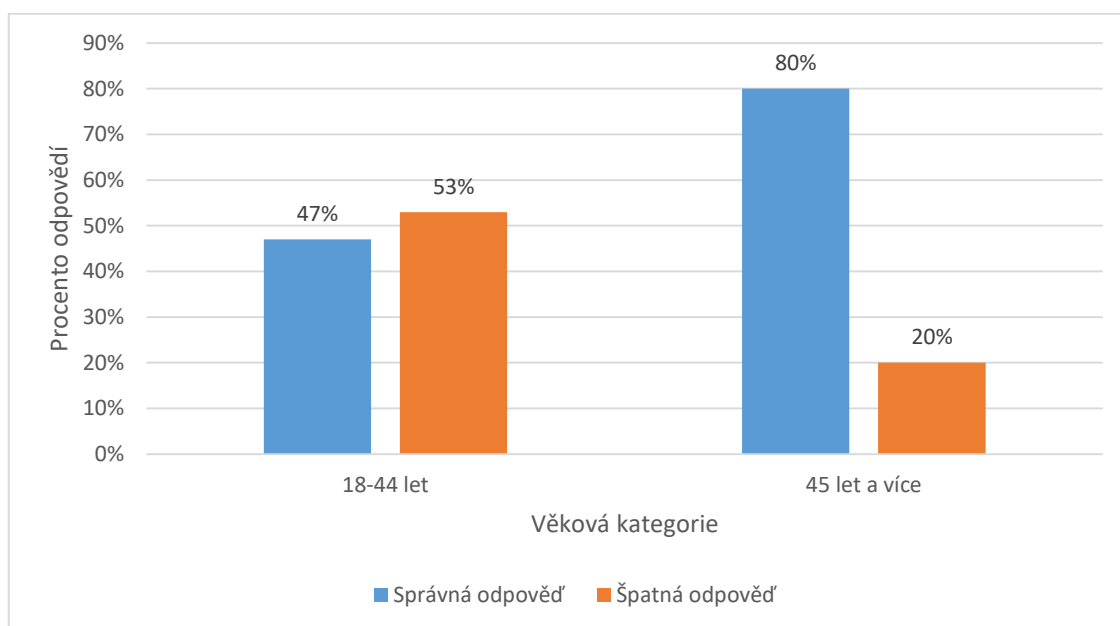
13. Jaká věková skupina obyvatel byla v době havárie nejohroženější z hlediska ozáření?

- a) obyvatelé ve věku nad 60 let
- b) obyvatelé ve věku 40–60 let
- c) obyvatelé ve věku 20–40 let
- d) děti a mladiství do 20 let**



Graf 23: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 13 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 13 odpovědělo správně celkem 64 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 36 % dotázaných (viz Graf 23).

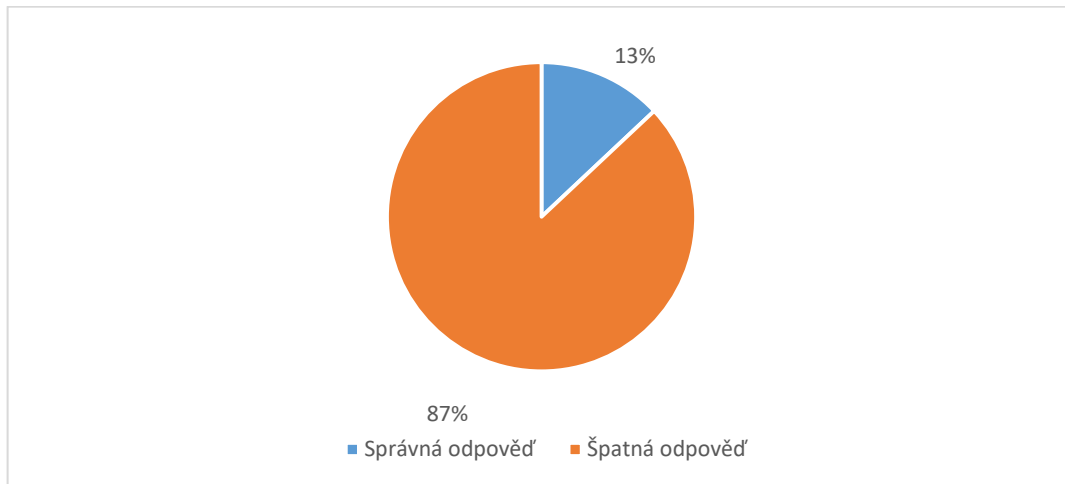


Graf 24: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 13 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 13 odpovědělo správně 47 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 80 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 24).

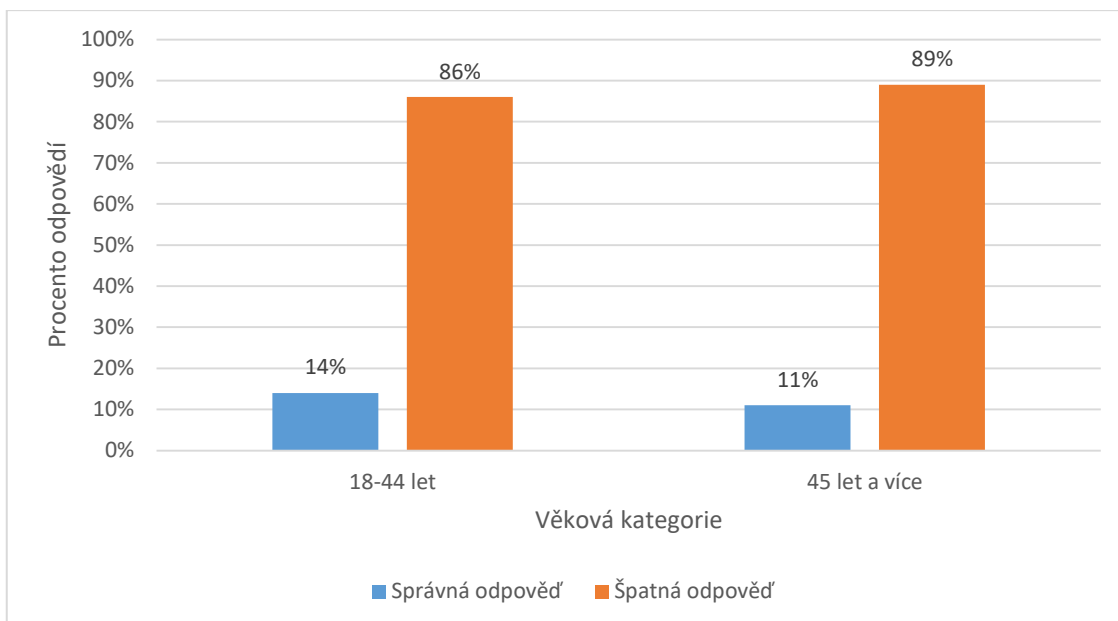
14. Jaká preventivní opatření na ochranu obyvatel ČSSR byla přijatá v době, kdy došlo k výbuchu?

- a) žádná opatření přijatá nebyla
- b) došlo k dočasnému zákazu vycházení
- c) byla nařízená evakuace obyvatel z míst, která byla nejvíce ohrožena
- d) došlo k zákazu spotřeby a distribuce některých potravin**



Graf 25: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 14 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 14 odpovědělo správně celkem 13 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 87 % dotázaných (viz Graf 25).

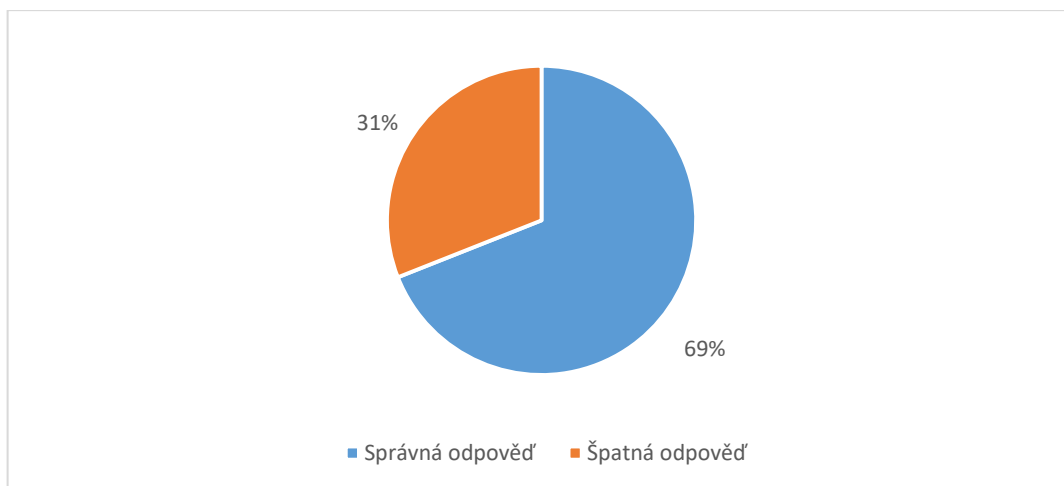


Graf 26: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 14 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 14 odpovědělo správně 14 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 11 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 26).

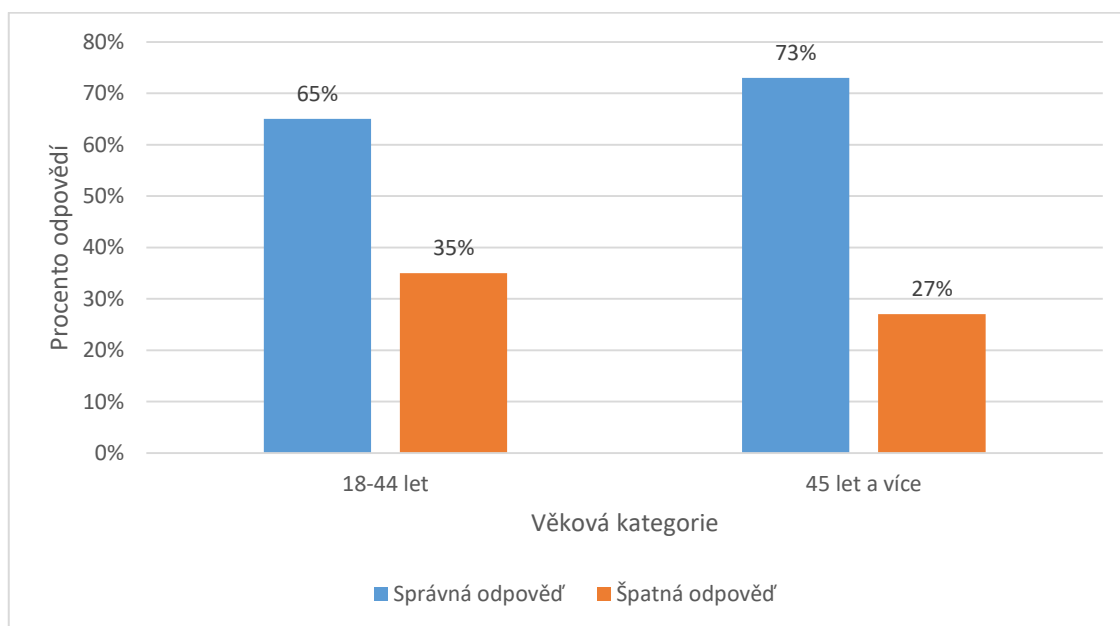
15. Kde bychom v dnešní době na našem území mohli najít stopy radioaktivních látek z havárie v Černobylu?

- a) nikde
- b) v mase lesní zvěře a houbách**
- c) v mase užitkových zvířat
- d) v rybách



Graf 28: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 15 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 15 odpovědělo správně celkem 69 % dotazovaných osob, špatnou odpověď uvedlo celkem 31 % dotázaných (viz Graf 28).



Graf 29: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 15 (zdroj – vlastní výzkum)

Na otázku č. 15 odpovědělo správně 65 % dotazovaných osob ve věkové kategorii 18–44 let a 73 % osob ve věkové kategorii nad 45 let (viz Graf 29).

Následující tabulky udávají četnosti jednotlivých odpovědí na otázky dotazníku u osob ve věkové kategorii 18–44 let (viz Tabulka 1), v kategorii nad 45 let (viz Tabulka 2) a u všech dotázaných (viz Tabulka 3). Správné odpovědi jsou v tabulkách barevně zvýrazněny. V případech, že dotazovaný označil více odpovědí, nebo naopak žádnou, byla otázka vyhodnocena jako chybně zodpovězená a v tabulkách spadá pod zvolenou možnost „x“.

Otázka	Zvolená odpověď					% správných odpovědí
	a	b	c	d	x	
2	0	84	8	8	0	84 %
3	7	3	90	0	0	90 %
4	36	4	55	2	3	55 %
5	75	16	4	5	0	75 %
6	4	32	14	49	1	14 %
7	6	34	59	1	0	59 %
8	60	27	7	6	0	60 %
9	8	6	84	0	2	84 %
10	21	39	35	4	1	39 %
11	7	80	1	12	0	80 %
12	82	1	2	15	0	82 %
13	9	15	27	47	2	47 %
14	45	14	23	14	4	14 %
15	27	65	5	3	0	65 %

Tabulka 1: Přehled jednotlivých odpovědí ve věkové kategorii 18–44 let
(zdroj – vlastní výzkum)

Otázka	Zvolená odpověď					% správných odpovědí
	a	b	c	d	x	
2	0	93	0	5	2	93 %
3	9	0	91	0	0	91 %
4	24	0	74	2	0	74 %
5	79	17	0	2	2	79 %
6	2	28	27	37	6	27 %
7	0	29	70	1	0	70 %
8	78	13	1	6	2	78 %
9	0	2	98	0	0	98 %
10	16	42	34	8	0	42 %
11	1	94	2	2	1	94 %
12	79	3	5	13	0	79 %
13	5	3	12	80	0	80 %
14	80	2	7	11	0	11 %
15	20	73	0	2	5	73 %

Tabulka 2: Přehled jednotlivých odpovědí ve věkové kategorii nad 45 let
(zdroj – vlastní výzkum)

Otázka	Zvolená odpověď					% správných odpovědí
	a	b	c	d	x	
2	0	177	8	13	2	89 %
3	16	3	181	0	0	91 %
4	60	4	129	4	3	65 %
5	154	33	4	7	2	77 %
6	6	60	41	86	7	21 %
7	6	63	129	2	0	65 %
8	138	40	8	12	2	69 %
9	8	8	182	0	2	91 %
10	37	81	69	12	1	41 %
11	8	174	3	14	1	87 %
12	161	4	7	28	0	81 %
13	14	18	39	127	2	64 %
14	125	16	30	25	4	13 %
15	47	138	5	5	5	69 %

Tabulka 3: Přehled jednotlivých odpovědí celkem
(zdroj – vlastní výzkum)

4.2 *Ověření hypotézy H1*

V následující tabulce je znázorněno, kolik respondentů celkem odpovědělo na 9 a více otázek správně a kolik mělo méně jak 9 správných odpovědí.

	Počet respondentů	Počet respondentů v %
Méně jak 9 správných odpovědí	65	32
9 a více správných odpovědí	135	68

Tabulka 4: Počet správných odpovědí celkem (zdroj – vlastní výzkum)

Pro splnění hranice 60 % správných odpovědí je nutné zodpovědět alespoň 9 otázek správně, což odpovídá zhruba 64 %. Zmiňované 2/3 respondentů odpovídají zhruba 67 %.

4.3 *Statistické šetření u obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let*

V následující podkapitole budou prezentovány výsledky statistického šetření u obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let.

4.3.1 *Formulace statistického šetření*

HNJ – informovanost obyvatel o jaderné havárii v Černobylu v Kraji Vysočina.

SJ – obyvatel Kraje Vysočina ve věku 18–44 let.

SZ – počet správných odpovědí v dotazníku.

HSZ – 0–14 správných odpovědí.

ZSS – 100 respondentů.

VSS = ZSS.

NV – neprováděn.

4.3.2 Škálování a měření

Na základě Sturgesova pravidla byla škála rozdělena do 7 prvků (viz Tabulka 5).

Výpočet prvků škály: $k = 1 + 3,3 \log_{10} 100 = 7,6$

Skupiny	Počet správných odpovědí	Počet obyvatel ve věku 18–44 let
1	3 a méně	4
2	4–5	11
3	6–7	16
4	8–9	31
5	10–11	23
6	12–13	15
7	14	0

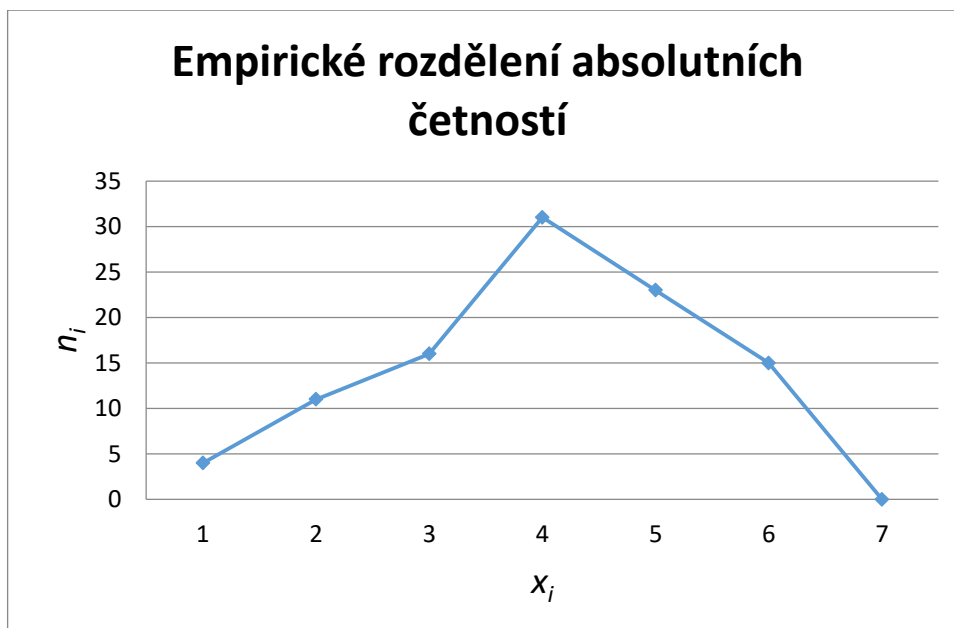
Tabulka 5: Škálování výsledků z dotazníkového šetření u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)

4.3.3 Elementární statistické zpracování

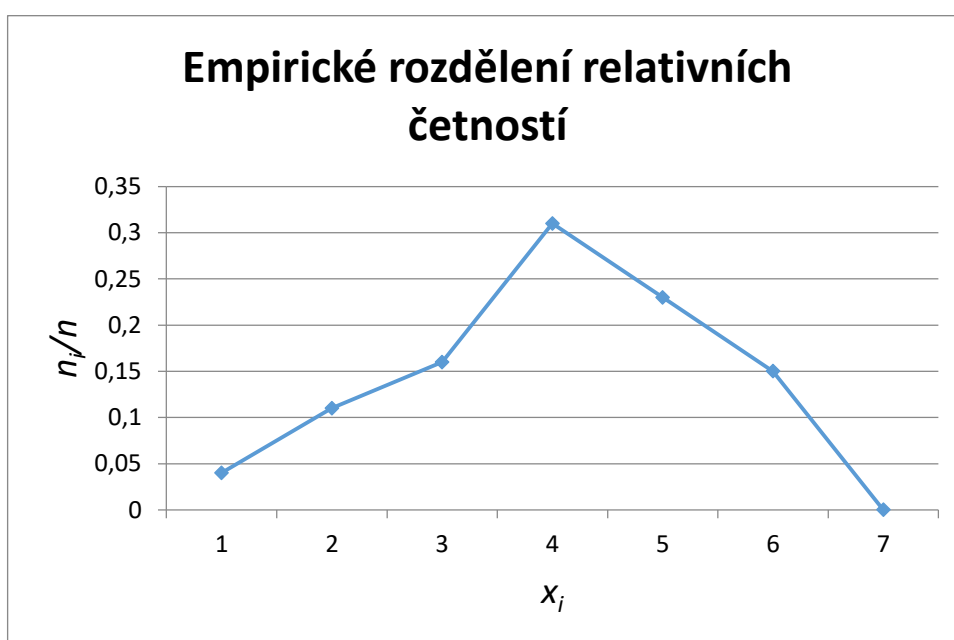
V tabulkách 6 a 7 jsou zobrazeny výsledky měření a vypočítané empirické parametry. Na grafech 30, 31 a 32 jsou zobrazená empirická rozdělení četností.

x_i	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	4	0,04	0,04	4	4	4	4
2	11	0,11	0,15	22	44	88	176
3	16	0,16	0,31	48	144	432	1296
4	31	0,31	0,62	124	496	1984	7936
5	23	0,23	0,85	115	575	2875	14375
6	15	0,15	1	90	540	3240	19440
7	0	0	1	0	0	0	0
Σ	100	1		403	1803	8623	43227

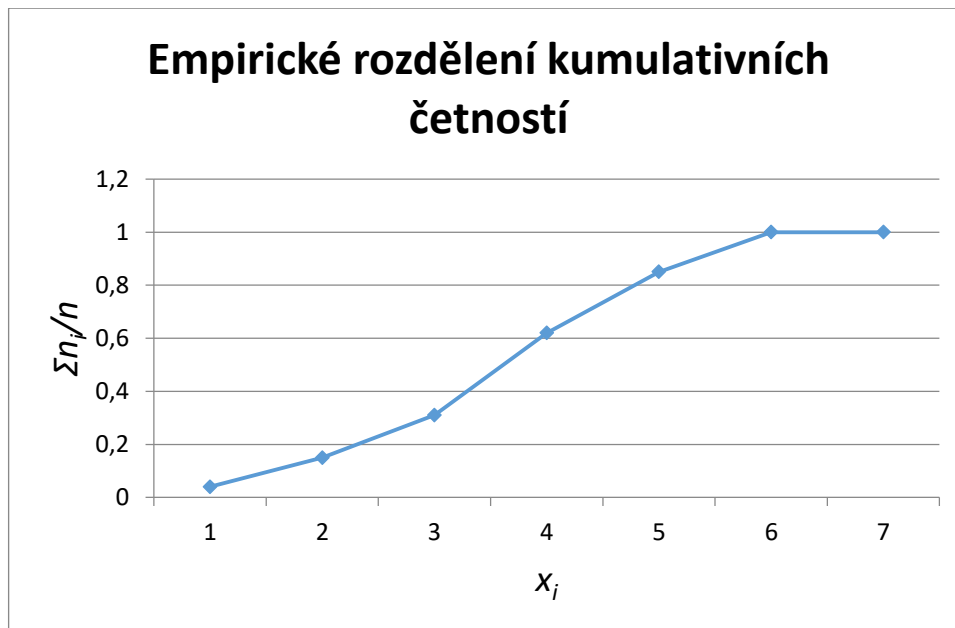
Tabulka 6: Výsledky měření u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 30: Polygon empirického rozdělení absolutních četností u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 31: Polygon empirického rozdělení relativních četností u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 32: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)

Empirický parametr	Výsledek
O_1	4,03
O_2	18,03
O_3	86,23
O_4	432,27
C_2	1,79
C_3	-0,85
C_4	7,88
N_3	-0,36
N_4	2,46
S_x	1,34
<i>exces</i>	-0,54
V_k	0,33

Tabulka 7: Empirické parametry u obyvatel ve věku 18–44 let (zdroj – vlastní výzkum)

4.4 Statistické šetření u obyvatel ve věkové kategorii nad 45 let

V následující podkapitole budou prezentovány výsledky statistického šetření u obyvatel ve věkové kategorii nad 45 let.

4.4.1 Formulace statistického šetření

HNJ – informovanost obyvatel o jaderné havárii v Černobylu v Kraji Vysočina.

SJ – obyvatel Kraje Vysočina ve věku nad 45 let.

SZ – počet správných odpovědí v dotazníku.

HSZ – 0–14 správných odpovědí.

ZSS – 100 respondentů.

VSS = ZSS.

NV – neprováděn.

4.4.2 Škálování a měření

Na základě Sturgesova pravidla byla škála rozdělena do 7 prvků (viz Tabulka 8).

Výpočet prvků škály: $k = 1 + 3,3 \log_{10} 100 = 7,6$

Skupiny	Počet správných odpovědí	Počet obyvatel ve věku nad 45 let
1	3 a méně	1
2	4–5	4
3	6–7	9
4	8–9	28
5	10–11	31
6	12–13	23
7	14	4

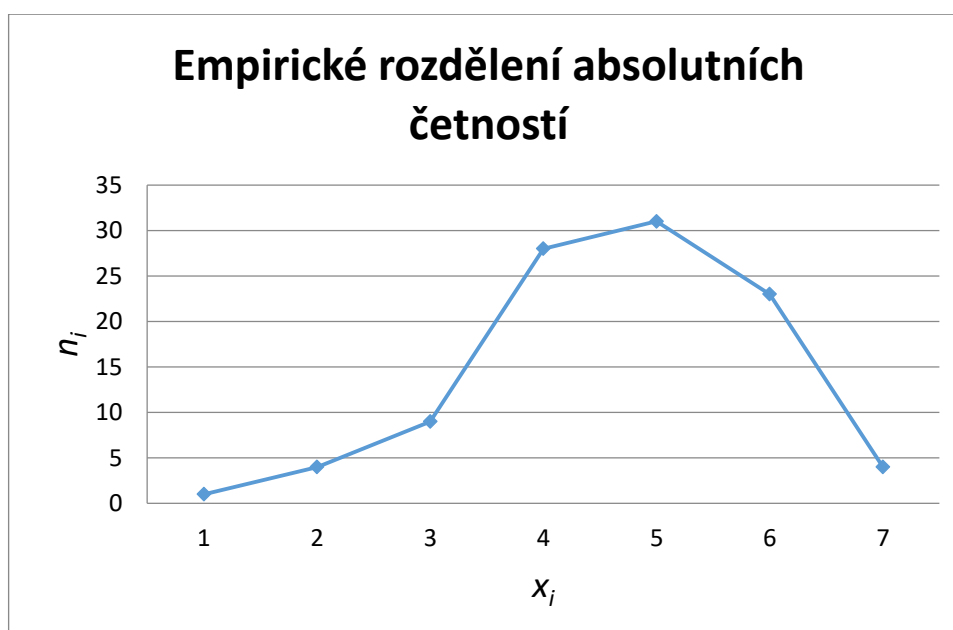
Tabulka 8: Škálování výsledků z dotazníkového šetření u obyvatel ve věku nad 45 let (zdroj – vlastní výzkum)

4.4.3 Elementární statistické zpracování

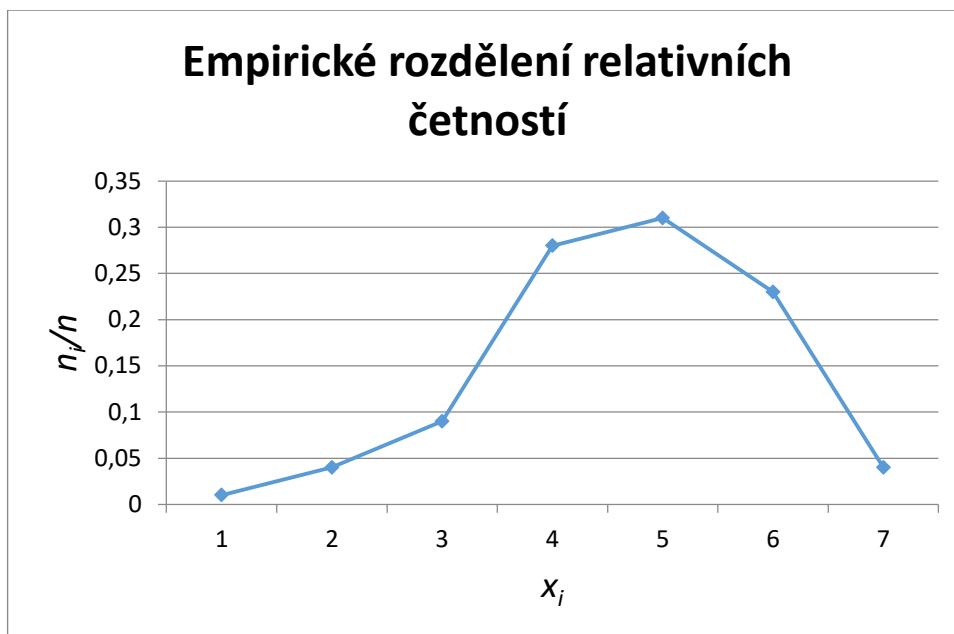
V tabulkách 9 a 10 jsou zobrazeny výsledky měření a vypočítané empirické parametry. Na grafech 33, 34 a 35 jsou zobrazená empirická rozdělení četností.

x_i	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	1	0,01	0,01	1	1	1	1
2	4	0,04	0,05	8	16	32	64
3	9	0,09	0,14	27	81	243	729
4	28	0,28	0,42	112	448	1792	7168
5	31	0,31	0,73	155	775	3875	19375
6	23	0,23	0,96	138	828	4968	29808
7	4	0,04	1	28	196	1372	9604
Σ	100	1		469	2345	12283	66749

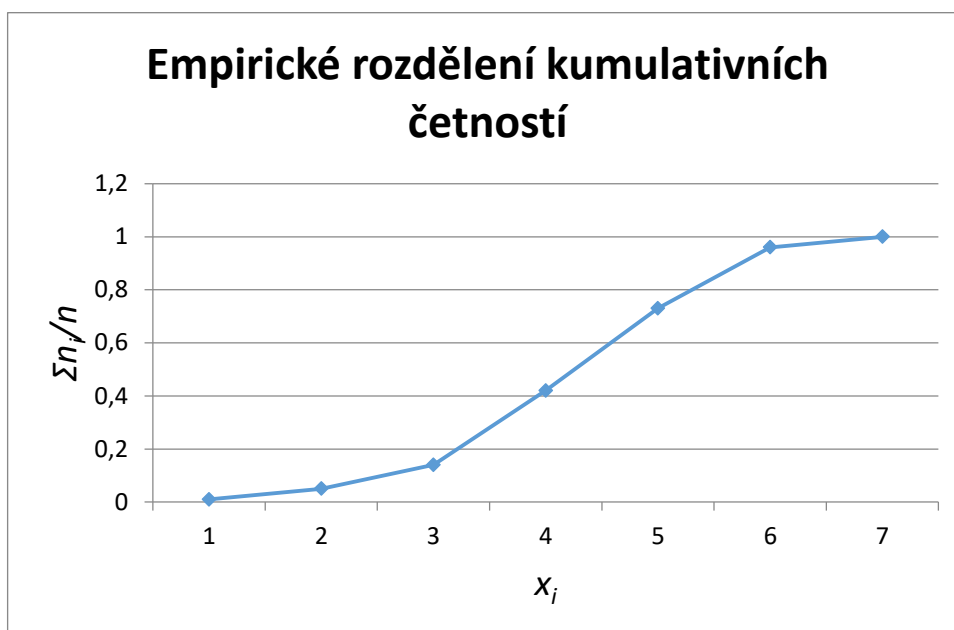
Tabulka 9: Výsledky měření u obyvatel ve věku nad 45 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 33: Polygon empirického rozdělení absolutních četností u obyvatel ve věku nad 45 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 34: Polygon empirického rozdělení relativních četností u obyvatel ve věku nad 45 let (zdroj – vlastní výzkum)



Graf 35: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností u obyvatel ve věku nad 45 let (zdroj – vlastní výzkum)

Empirický parametr	Výsledek
O_1	4,69
O_2	23,45
O_3	122,83
O_4	667,49
C_2	1,45
C_3	-0,79
C_4	6,57
N_3	-0,45
N_4	3,11
S_x	1,21
<i>exces</i>	0,11
V_k	0,26

Tabulka 10: Empirické parametry u obyvatel ve věku nad 45 let
(zdroj – vlastní výzkum)

4.5 Parametrické testování – aplikace dvojvýběrového t-testu

Aby byla ověřena hypotéza H_2 , tedy že obyvatelé starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti o jaderné havárii v Černobylu než respondenti ve věku 18–44 let, byl použit aparát nulové a alternativní hypotézy.

H_0 : Mezi znalostmi obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o jaderné havárii v Černobylu není statisticky významný rozdíl.

H_a : Mezi znalostmi obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o jaderné havárii v Černobylu je statisticky významný rozdíl.

Pro rozlišení empirických parametrů z jednotlivých věkových kategorií použitých při výpočtech byly parametry pro věkovou skupinu 18–44 let označeny indexem 1 a parametry pro věkovou skupinu nad 45 let indexem 2.

Pro VSS_1 platí:

$$\mu_1 = O_1 = 4,03$$

$$\delta_1 = S_{x1} = 1,34$$

Pro VSS_2 platí:

$$\mu_2 = O_2 = 4,69$$

$$\delta_2 = S_{x_2} = 1,21$$

Výpočet experimentální hodnoty dvojitýběrového t-testu:

$$t_{\text{exp}} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x_1}^2 + (n_2 - 1)S_{x_2}^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} = -3,66$$

Určení kritického oboru W při hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$:

$$W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup (t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty) = (-\infty; -t_{198}(0,025)) \cup (t_{198}(0,025); \infty) = (-\infty; -1,96) \cup (1,96; \infty)$$

Výsledek:

$$t_{\text{exp}} \in W$$

Vzhledem k tomu, že t_{exp} je prvkem kritického oboru W , můžeme přijmout hypotézu H_a : Mezi znalostmi obyvatel ve věkové kategorii 18–44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o jaderné havárii v Černobylu je statisticky významný rozdíl.

5 DISKUZE

Výzkumná část diplomové práce se zabývala zjištěním míry informovanosti obyvatel Kraje Vysočina o havárii v jaderné elektrárně Černobyl, která byla jednoznačně největší a nejvýznamnější havárií v jaderné energetice vůbec a lze tedy předpokládat, že by o ní široká veřejnost měla mít povědomí, zvláště když uvážíme, že se její následky přímo týkaly a týkají i našeho území.

Pro účel zjištění míry informovanosti obyvatel v Kraji Vysočina o této události bylo provedeno dotazníkové šetření, kterého se účastnilo celkem 200 respondentů z náhodně vybraných míst v Kraji Vysočina, přičemž polovina, tedy 100 respondentů, bylo z věkové kategorie 18–44 let a druhá polovina byla starší než 45 let. Výsledky průzkumu pak dále posloužily k ověření či vyvrácení stanovených hypotéz.

5.1 Diskuze k jednotlivým otázkám dotazníků

Použitý dotazník byl tvořen celkem 15 otázkami, přičemž první otázka sloužila pouze k zařazení respondenta do jedné ze dvou věkových skupin, na základě kterých pak bylo možno za použití statistických metod ověřit stanovenou hypotézu H2. Jednotlivé testové otázky byly koncipovány jako uzavřené otázky se čtyřmi možnostmi odpovědí, ze kterých byla vždy pouze jedna správná. Celkem bylo tedy 14 testových otázek.

Jak již bylo řečeno, první otázka měla pouze informativní charakter. Druhá otázka se týkala roku, ve kterém k havárii v Černobylu došlo a správná odpověď byla **b) 1986**. Na tuto otázku odpovědělo správně celkem 89 % dotazovaných osob, přičemž lepší výsledky měli respondenti ve věkové kategorii nad 45 let, kteří dosáhli úspěšnosti 93 %, oproti tomu v kategorii 18–44 let byla úspěšnost 84 %. Celkově lze považovat znalosti o této otázce za velmi dobré, lehce nižší úspěšnost u mladší skupiny lze vysvětlit i podílem respondentů, kteří v době havárie ještě nebyli na světě, nebo byli velmi mladí a události sami příliš nevnímali. Ve srovnání s výsledky diplomové práce Marka Pražáka (2016), ve které se v dotazníkovém šetření dotazoval na stejnou otázku, je úspěšnost mírně lepší, v jeho práci odpovědělo správně celkem 82 % dotazovaných.

Třetí otázka se týkala současného státu, na jehož území k výbuchu došlo a správná odpověď byla **c) Ukrajina**. Tato otázka byla s celkovou úspěšností 91 % jednou

z nejlépe zodpovězených. Jedná se sice o všeobecnou znalost, ale i tak je výsledek nad očekávání dobrý. Překvapující je, že v této otázce nebyl téměř žádný rozdíl mezi odpověďmi mladší a starší věkové skupiny. Rovněž ve srovnání se stejnou otázkou z diplomové práce Marka Pražáka (2016), kde odpovědělo správně 71 % dotazovaných, jsou výsledky nadprůměrně dobré. Jako jedno z možných vysvětlení tak dobré informovanosti, zvláště u mladší generace, by mohl být rozvoj a popularizace turistiky zaměřené na vysídlené oblasti v Pripjati a okolí, která se v poslední době celosvětově těší čím dál větší oblibě, v kombinaci s dobrou dostupností informací prostřednictvím internetu a moderních technologií.

Čtvrtá otázka týkající se velikosti havárií zasaženého území (se správnou odpovědí **c) téměř všechny státy Evropy**) dopadla ve srovnání s prací Marka Pražáka (2016) podprůměrně (65 % oproti 82 %). Jednou z příčin takového rozdílu bude patrně specifitější výběr zemí v jednotlivých možnostech u této otázky v mé diplomové práci, zatímco v dotazníku Marka Pražáka byly v možnostech nabízeny jednotlivé kontinenty. Nejčastěji volenou špatnou odpovědí v mém dotazníku byla možnost a) území Ukrajiny, Ruska, Polska a bývalé ČSSR. Respondenti, kteří tuto možnost zvolili, by v dotazníku Marka Pražáka pravděpodobně zvolili správnou odpověď b) Evropu a Asii a úspěšnost by tedy byla vyšší.

Pátá otázka se dotazovala na stupeň závažnosti dle mezinárodní stupnice INES, kterým byla havárie ohodnocena. Správnou možnost **a) stupeň 7**, tedy nejvyšší stupeň, zvolilo 77 % respondentů, což považuji za přiměřený výsledek, neboť část obyvatel pravděpodobně není se stupnicí INES vůbec seznámena. Druhou nejčastější volbou byla možnost b) stupeň 5, což byl druhý nejvyšší nabízený stupeň. Je tedy zřejmé, že respondenti si uvědomují závažnost havárie, i když někteří nezvolili nejvyšší možný stupeň dle stupnice INES.

Otázku č. 6, co bylo hlavní příčinou vzniku havárie, zodpovědělo správně pouze 21 % dotazovaných. Takto špatný výsledek byl překvapením. Více než správnou odpověď **c) nevydařený experiment**, respondenti volili odpovědi b) závada na chladicím systému a d) lidská chyba. Je sice pravdou, že při havárii hrál chladicí systém i lidský faktor významnou roli, ovšem to, že nebyla v prvé řadě označena možnost s nevydařeným experimentem, svědčí o tom, že dotazovaní nemají o průběhu havárie přesnou představu. Na obdobnou otázku odpovědělo v diplomové práci Marka Pražáka (2016) správně 58 % dotazovaných, což je daleko lepší výsledek.

Sedmá otázka se týkala informovanosti obyvatelstva o havárii, přičemž správnou odpověď, že podané informace byly zkreslené, zvolilo 65 % respondentů. Při této otázce dosáhla lepších výsledků skupina starších dotazovaných (70 % oproti 59 %), což lze opět přisoudit tomu, že si na tehdejší situaci pamatují více z vlastní zkušenosti. Oproti výsledkům práce Marka Pražáka (2016), kdy správně odpovědělo 52 % respondentů, jsou odpovědi lehce úspěšnější.

Na otázku č. 8, jaké radioaktivní látky, které unikly při výbuchu do okolí, představovaly největší riziko pro obyvatelstvo, odpovědělo správně **a) radioaktivní jód a cesium** 69 % dotazovaných. Druhou nejčastější odpovědí bylo b) radioaktivní krypton a argon. Vzhledem k tomu, že znalosti široké laické veřejnosti v oblasti radioizotopů nejsou pravděpodobně příliš velké, lze považovat výsledky za uspokojivé. Jistým vodítkem při volbě správné odpovědi mohl být zvýšený výskyt karcinomu štítné žlázy, na kterém se podílel právě radioaktivní jód, který je žlázou vychytáván.

Devátá otázka se dotazovala na to, jakým způsobem se radioaktivní látky po výbuchu dostaly na území tehdejší ČSSR a se svou 91 % úspěšností patří k nejlépe zodpovězeným otázkám. Zvláště skupina starších respondentů se svou úspěšností blížila 100 %. Je vidět, že způsob šíření radionuklidů po černobylské havárii je u veřejnosti velice dobře znám. Částečně k tak dobrému výsledku pravděpodobně přispělo i všeobecné povědomí o stejném způsobu šíření radioaktivity po ne tak dávné havárii v jaderné elektrárně Fukušima I v roce 2011 a po testech jaderných zbraní v padesátých a šedesátých letech 20. století.

Na otázku č. 10, kolik osob zemřelo bezprostředně po havárii na následky ozáření, odpovědělo správně pouze 41 % dotazovaných, přičemž nebyl významný rozdíl mezi věkovými kategoriemi. Ukázalo se, že představy o počtech bezprostředních obětí jsou spíše přehnané. To může být zapříčiněno často zavádějícími a přehnanými počty obětí, které se v minulosti objevovaly v celé řadě médií a veřejných zdrojů a u veřejnosti obecně zkreslily představy o reálných dopadech havárie na lidské životy. Obdobně malou úspěšnost na podobnou otázku (34 %) měli i respondenti v práci Marka Pražáka (2016).

Otázky č. 11 a 12 se týkaly zdravotních následků ozáření. Celková úspěšnost byla u obou otázek přes 80 % a informovanost obyvatel o zdravotních následcích havárie lze tedy považovat za velmi dobrou. I ve srovnání s úspěšností odpovědí na obdobné otázky v diplomové práci Marka Pražáka (2016) jsou tyto výsledky nadprůměrné. Ukázalo se, že dotazovaní ve většině případů vědí, že zdravotními komplikacemi po ozáření

v dlouhém časovém horizontu jsou nádorová onemocnění, což je všeobecná znalost nevztahující se na havárii v Černobylu. Naopak při volbě správné odpovědi u otázky č. 12, který orgán je nejvíce náchylný ke vzniku rakoviny z ozáření, správná odpověď **a) štítná žláza**, mohl pomoci známý fakt zvýšeného výskytu karcinomu štítné žlázy u dětí pozorovaný právě po černobylské havárii.

Třináctá otázka se zabývala tím, která věková skupina obyvatel byla v době havárie nejohroženější z hlediska ozáření a správnou odpověď **d) děti a mladiství do 20 let** zvolilo 64 % dotazovaných. Tento výsledek je zhruba srovnatelný s výsledky v práci Marka Pražáka (2016), kdy na obdobnou otázku správně odpovědělo 71 % respondentů. Druhou nejčastější odpovědí byla možnost c) obyvatelé ve věku 20–40 let. Lze se domýšlet, že někteří dotazovaní neuvažovali o otázce z hlediska náchylnosti organismu ke vzniku zdravotních následků po ozáření v závislosti na věku, ale spíše zvažovali, které věkové skupiny byly při havárii a po ní nejbliže k elektrárně.

Úplně nejhůře dopadla otázka č. 14, která se dotazovala, jaká preventivní opatření na ochranu obyvatel ČSSR byla přijatá v době, kdy došlo k výbuchu. Správnou odpověď **d) došlo k zákazu spotřeby a distribuce některých potravin** zvolilo jen 13 % respondentů. Nejvíce dotazovaných si myslelo, že žádná opatření přijatá nebyla. Tento výsledek se velmi liší od obdobné otázky v dotazníku Marka Pražáka (2016), na kterou zvolilo správnou odpověď 70 % dotazovaných. Takto velká diskrepance mezi výsledky obou prací v této otázce je značným překvapením.

Na poslední otázku č. 15, týkající se stop radioaktivních látek z havárie v Černobylu na našem území v dnešní době, odpovědělo správně, tedy že je můžeme najít v mase lesní zvěře a houbách, 69 % respondentů, což lze považovat za uspokojivý výsledek. Další nejčastěji volenou možností bylo a) nikde. Je to dáno pravděpodobně delším časovým odstupem od havárie, díky kterému si část respondentů myslí, že stopy radioaktivního spadu již nejsou na našem území přítomny.

5.2 Diskuze ke statistickému šetření

Hypotéza H1: Více než 2/3 všech oslovených obyvatel v rámci Kraje Vysočina bude mít v dotazníkovém šetření týkajícím se znalostí o jaderné havárii v Černobylu více než 60 % odpovědí správných, byla ověřena pomocí výpočtu. Pro splnění hranice 60 % správných odpovědí bylo nutné zodpovědět alespoň 9 otázek správně, což

odpovídá zhruba 64 %. Zmiňované 2/3 respondentů odpovídají zhruba 67 %. Celkem mělo 9 a více správných odpovědí 68 % respondentů, čímž byla první hypotéza potvrzená.

Druhá hypotéza byla ověřena pomocí dvojvýběrového t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Skupina respondentů ve věku nad 45 let měla celkovou úspěšnost 71 %. Druhá skupina respondentů ve věku 18–44 let dosáhla 61 % úspěšnost. Z výsledků statistického šetření je patrné, že experimentální hodnota daného testovaného kritéria je prvkem kritického oboru. Hypotéza H2: Obyvatelé starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti o jaderné havárii v Černobylu než respondenti mladší 45 let, byla tedy potvrzená.

Celková úspěšnost v dotazníkovém šetření byla 66 %, což lze považovat za mírně nadprůměrný výsledek. Zjištěné výsledky statistického šetření jsem porovnála s výsledky statistického šetření diplomové práce Marka Pražáka (2016). Jednotlivé obdobně zaměřené otázky jsou rozebrány v kapitole s názvem diskuze. Úspěšnost u respondentů nad 45 let byla při porovnání s výsledky statistického šetření Marka Pražáka prakticky stejná, zatímco druhá skupina respondentů ve věku 18–44 let měla až o 17 % větší úspěšnost správných odpovědí než u statistického šetření diplomové práce Marka Pražáka. Jako jedno z možných vysvětlení tak dobré informovanosti, zvláště u mladší generace, by mohlo být stále větší využití internetových zdrojů a také celá řada dokumentů o této havárii. Také lze pozorovat větší rozvoj a popularizaci turistiky zaměřené na vysídlené oblasti v Pripjati a okolí, která se v poslední době celosvětově těší čím dál větší oblibě.

6 ZÁVĚR

Diplomová práce s názvem „Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii jaderné elektrárny Černobyl“ je rozdělena na dvě části, teoretickou a výzkumnou.

V teoretické části byla popsána jaderná elektrárna Černobyl, plánovaný průběh havárie a její příčiny, popis reaktoru, postup po havárii a šíření radioaktivních látek. Následovala kapitola s popisem mezinárodní stupnice hodnocení jaderných událostí INES. Další kapitola byla věnována dopadům jak zdravotním, psychologickým, ekologickým, tak i ekonomickým. Součástí je také popis základních statistických metod, které byly použity ve výzkumné části práce.

Cílem výzkumné části diplomové práce bylo zjistit míru informovanosti obyvatel Kraje Vysočina o jaderné havárii Černobyl a následně porovnat znalosti dvou skupin respondentů, a to ve věku 18–44 let a nad 45 let. Pro splnění stanovených cílů byly stanoveny dvě hypotézy, vytvořen dotazník, proveden dotazníkový průzkum a výsledky zpracovány pomocí deskriptivní a matematické statistiky. První hypotéza, která předpokládala, že více než 2/3 respondentů budou mít více než 60 % úspěšnost, byla potvrzena. Druhá hypotéza, která předpokládala, že obyvatelé nad 45 let budou mít statisticky významnější znalosti než obyvatelé ve věku 18–44 let, byla také potvrzena pomocí dvojvýběrového t-testu. Stanovených cílů bylo dosaženo a jednotlivé výsledky dotazníkového šetření byly rozebrány v diskuzi.

Při zpracování diplomové práce jsem došla k závěru, že informovanost obyvatel Kraje Vysočina je mírně nadprůměrná v porovnání s výsledky diplomové práce Marka Pražáka (2016), který prováděl obdobné šetření u obyvatel Jihočeského kraje. Informovanost v Kraji Vysočina je lepší zejména ve věkové kategorii 18–44 let. Černobyl už nám dnes slouží spíše jako varování a poučení pro následující generace v oblasti bezpečnosti jaderné energetiky.

Diplomová práce může být využita jako studijní materiál jak pro laickou, tak i odbornou veřejnost. Výsledky výzkumu mohou být využity krajskými a obecními úřady i orgány krizového řízení při hodnocení úrovně znalosti obyvatel při vzniku jaderné havárie.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ATOM INFO, 2011. *MAAE pravděpodobně přiřadí situaci na Fukušimě stupeň 4 podle INES – „lokální havárie“* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.google.cz/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiB2-D1w4LiAhVDPVAKHQsqDD0QjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fatominfo.cz%2F2011%2F03%2Fmaae-pravdepodobne-priradi-situaci-na-fukusime-stupen-4-podle-ines-lokalni-havarie%2F&psig=A0vVaw2HiPGficqMrZ4kqzSdcGi8&ust=1557081790989228>
- BAKER R. J., WICKLIFFE J. K., 2011. *Bulletin of the Atomic Scientists, Wildlife and Chernobyl: The scientific evidence for minimal impacts* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://thebulletin.org/2011/04/wildlife-and-chernobyl-the-scientific-evidence-for-minimal-impacts/>
- BUDÍKOVÁ, M., KRÁLOVÁ, M., MAROŠ, B., 2010. *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-3243-5.
- CYHELSKÝ, L., KAHOUNOVÁ, J., HINDLS, R., 1999. *Elementární statistická analýza*. Vyd. 2., dopl. Praha: Management Press. ISBN 80-726-1003-1.
- ČESKÝ SVAZ VĚDECKOTECHNICKÝCH SPOLEČNOSTÍ, 2011. *Černobyl – 25let* [online], [cit. 2019-03-31]. Dostupné z: <http://www.csvts.cz/cns/news11/cernob25.pdf>
- DIENSTBIER Z., 2010. *Hirošima a zrod atomového věku*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta a. s. ISBN 978-80-204-2224-8
- DRÁBOVÁ D., 2006. *Černobylská havárie aneb pravda není nikdy čistá a málokdy bývá jednoduchá* [online], [cit. 2019-03-20]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/chernobyl/chernobylska_havarie.pdf?fbclid=IwAR2dCBUnJxQpK0ERImpa3fpcaIv32x-Xq3_MqtH7A8F2f9g26wmQ2kwIMUY
- EUROPEAN NUCLEAR SOCIETY, 2017. *RBMK* [online], [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/r/rbmk.htm>
- GREEN FACTS, 2017. *Chernobyl Nuclear Accident*. [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.greenfacts.org/en/chernobyl/index.htm?fbclid=IwAR0MjhAg-T-MiIMrLSFaU-aZWCXrCmR9N5LEIfqmUtc-qrmdmSzmYtTj_ns#5
- HOMOLA, V., 2014. *Úvod do statistiky* [online]. [cit. 2019-03-09]. Dostupné z: <http://homel.vsb.cz/~hom50/SLBSTATS/UST/GS02.HTM>
- HŮLKA, J., MALÁTOVÁ, I., 2006. *Radiační situace v České republice, přehled hlavních výsledků měření a opatření* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl>

IAEA, 2013. *INES The International Nuclear and Radiological Event Scale User's Manual 2008 Edition* [online], [cit. 2019-02-19]. Dostupné z: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/INES2013web.pdf>

JAPPEL, C., 2006. *Měl být chloubou. Stal se však smrtícím monstrem – Černobyl 1986* [online], [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/reportaze/mel-byt-chloubou-stal-se-vsak-smrticim-monstrem-chernobyl-1986.A060425_164427_tec_checktech_kuz

KLENER V., 2001. *Patnáct let od Černobylu – bilance zdravotních následků* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.suro.cz/www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl/chernobyl_zdr_nasl.pdf

KLENER V., TOMÁŠEK L., 2006. *Zdravotní následky Černobylské katastrofy* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: http://www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl/zdravotni_nasledky_chernobylu.pdf

KOSTKA, T., 2014. *Havárie v jaderné elektrárně Černobyl* [online], [cit. 2019-03-02]. Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>

LÁZŇOVSKÝ, M., 2016. *Proč Sověti stavěli černobylské reaktory a v čem byla chyba* [online], [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/technet/technika/chernobyl-havarie.A160425_152556_tec_technika_mla

MALÁTOVÁ, I., 2006. *Situace po černobylské havárii v České republice* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl/situace_po_chernobylske_havarii_v_ceske_republice.pdf

MAREŠ, M., REKTOŘÍK J., ŠELEŠOVSKÝ J., A KOLEKTIV AUTORŮ, 2013. *Krizový management: Případové bezpečnostní studie*. 1. vyd. Praha: Ekopress s. r. o. ISBN 978-80-86929-92-7

MAŠEK, I., MIKA O., ZEMAN M., 2006. *Prevence závažných havárii*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická. ISBN 80-214-3336-1

NEUBAUER, J., SEDLAČÍK, M., KŘÍŽ, O., 2012. *Základy statistiky: aplikace v technických a ekonomických oborech*. Praha: Grada. ISBN 978-802-4742-731.

PRACHAŘ F., BALOG M., KYNCLOVÁ V., 2016. *Zkáza Černobylu*. Praha, Czech News Center, 1. vyd.. s. 129. ISBN 978-80-87033-40-1.

PRAŽÁK, M., 2016. *Znalosti obyvatelstva vybraného regionu o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu*. České Budějovice. Diplomová práce. ZSF JU.

PROUZA, Z., 2006. *Co přinesl Černobyl v oblasti havarijní připravenosti* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/publikace/cerbyl>

RÁČEK, J., 2009. *Jaderná zařízení*. 1. vyd. Brno: Novpress s.r.o. 96. s. ISBN 978-80-214-3961-0

- RULÍK, P., HELEBRANT, J., 2011. *Mapa kontaminace půdy České republiky ¹³⁷Cs po havárii JE Černobyl* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl/plosna-aktivita-radionuklidu-zjistena-ve-vzorcich-odebranych-pud/Zprava%202011%20-%202022%20-%20Kontaminace%20pudy%20Ceske%20republiky%20137Cs%20-%20Mapa.pdf/view?searchterm=mapa+kontaminace>
- RYZÍ, L., 2012. *Černobylská havárie a její průběh* [online], [cit. 2019- 03-24]. Dostupné z: <https://chernobylzone.cz/chernobylsky-experiment-a-prubeh-havarie/>
- RYZÍ, L., 2012. *Černobylská jaderná elektrárna* [online], [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://chernobylzone.cz/chernobylska-jaderna-elektrarna/>
- RYZÍ, L., 2017. *V Černobyli rozebírají střechu turbínové haly čtvrtého bloku* [online], [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://chernobylzone.cz/v-chernobyli-rozebiraji-strechu-turbinove-haly-ctvrteho-bloku/>
- RYZÍ, L., 2013. *Reaktor RBMK* [online], [cit. 2019-03-16]. Dostupné z: <https://chernobylzone.cz/reaktor-rbmk/>
- STURDEE S., 2016. *Lessons of Chernobyl disaster, 30 years on* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <http://www.digitaljournal.com/news/world/lessons-of-chernobyl-disaster-30-years-on/article/463333>
- SÚJB, 1996. *10let od havárie jaderného reaktoru v Černobyli – důsledky a poučení* [online], [cit. 2019- 03-24]. Dostupné z: <https://www.suro.cz/cz/publikace/chernobyl>
- SÚJB, 2001. *INES – Mezinárodní stupnice hodnocení závažností jaderných událostí* [online], [cit. 2019- 02-26]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/jaderna-bezpecnost/ines/priklady-udalosti/>
- SÚJB, 2001. *Patnáct let od havárie Černobyli – důsledky a poučení* [online], [cit. 2019- 03-24]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/15let_od_havarie_Cernobyli.pdf
- SÚJB, 2011. *Havárie v Černobyli je s Fukušimou nesrovnatelná* [online], [cit. 2019-03-24]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/havarie-vcernobyli-je-s-fukusimou-nesrovnatelna/>
- SÚJB, 2013. *Zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, fyzické ochrany a havarijní připravenosti výzkumných jaderných zařízení* [online], [cit. 2019- 03-16]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/BN-JB-1.15_Bezp_navod_vyzk_reakt_2013_rev1.pdf
- SÚJB, 2017. *Stručný přehled biologických účinků záření* [online], [cit. 2019- 04-08]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/>
- SÚKUPOVÁ, L., 2012. *Deterministické a stochastické účinky* [online], [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <http://www.sukupova.cz/deterministicke-a-stochasticke-ucinky-ozareni/>

SÚRO, 2012. *Problematika kontaminace prasete divokého v ČR* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <http://www.suro.cz/cz/publikace/aktuality/problematikakontaminace-prasete-divokeho-v-cr-1>

ŠEVEČEK, M., 2015. *Jaderná energetika na Ukrajině a její bezpečnost* [online], [cit. 2019-04-22]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrarny-evropa/jaderna-energie-na-ukrajine-jeji-bezpecnost/>

ŠTĚTINA, J., 2014. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, a. s. 384 s. ISBN 978-80-247-4578-7

ŠTRAIT, J., 2016. *Černobyl +30. Ve správný čas na špatném místě*. Modřišice: Presstar s.r.o.. 59 str. ISBN 978-80-87141-40-3

THE CHERNOBYL FORUM, 2005. *Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus, the Russian Federation and Ukraine* [online], [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: <https://www.iaea.org/sites/default/files/chernobyl.pdf?fbclid=IwAR3gbSFBEm1ACxLDRKVzDfgJeo-UuKpnmxCXas4yIlooYRzrgh6gYqYrKY8>

THE CHERNOBYL FORUM, 2006. *Dědictví Černobylu: zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady a doporučení vládám Běloruska, Ruské federace a Ukrajiny*. Vyd. 1. Týn nad Vltavou: Český svaz vědeckotechnických společností s koedicí s Českou nukleární společností, 51 s. ISBN 80-02-01806-0.

THE UNATED NATIONS AND CHERNOBYL, 2004. *The Republic of Belarus* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: https://www.un.org/ha/chernobyl/belarus.html?fbclid=IwAR3S2_hsplJuldjOp4bxHUB-Ca-A8N2sc1-Cxud3eMi33c8Wzlyd45baLI

TŮMA J., 1994. *Katastrofy děsící svět*. Praha: Technický týdeník, a. s. ISBN 80901523-0-9

UNITED STATES NUCLEAR REGULATORY COMMISSION (U. S. NRC), 2018. *Backgrounder on Chernobyl Nuclear Power Plant Accident* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/chernobyl-bg.html>

UNITED NATIONS SCIENTIFIC COMMITTEE ON THE EFFECTS OF ATOMIC RADIATION (UNSCEAR), 2001. *UNSCEAR 2001 REPORT. Hereditary effects of radiation* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <https://www.unscear.org/docs/chernobylherd.pdf>

URBANČÍK, L., 2014. *Jaderná bezpečnost. Na půdorysu atomového zákona*. Brno: Akademické nakladatelství Cerm. 195 s. ISBN 978-80-214-4971-8

VALENTA P., 2006. *Všeobecný popis reaktoru* [online], [cit. 2019-03-07]. Dostupné z: <http://proatom.luksoft.cz/view.php?cisloclanku=2006020303>

WAGNER, V., 2015. *Fukušima I poté*. Novela bohémica. ISBN 978-80-87683-45-3

WAGNER, V., 2015. *Začíná reálná likvidace jaderné elektrárny v Černobylu* [online], [cit. 2019-04-10]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/8614-zacina-realna-likvidace-jaderneelektrarny-v-cernobylu.html>

WORLD HEALTH ORGANISATION, 1995. *Health consequences of the Chernobyl accident. Results of the IPHECA pilot projects and related national programmes*. Geneva: World Health Organisation. ISBN 92 4 156181 5

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2006. *Health effects of the Chernobyl accident: an overview* [online], [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: https://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/background/en/

ZÁŠKODNÝ, P., HAVRÁNKOVÁ, R., HAVRÁNEK J., VURM, V., 2016. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 3. vyd. Praha: Curriculum. ISBN 978-80-87894-12-5.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Bq	Becquerel
CLL	Chronická lymfatická leukemie
CSVTS	Český svaz vědeckotechnických společností
ČSSR	Československá socialistická republika
Gy	Gray
HNJ	Hromadný náhodný jev
HSZ	Hodnota statistického znaku
IAEA	International Atomic Energy Agency
IHE	Institut hygieny a epidemiologie
INES	The International Nuclear Event Scale
KHS	Krajská hygienická stanice
NV	Náhodný výběr
OSN	Organizace spojených národů
RBMK	Reaktor Bolšoj Moščnosti Kanalnyj
SJ	Statistická jednotka
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SZ	Statistický znak
U. S. NRC	U. S. Nuclear Regulatory Commission
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
VJP	Vyhořelé jaderné palivo
VSS	Výběrový statistický soubor
VVER	Vodo-vodní energetický reaktor
WHO	World Health Organisation
ZSS	Základní statistický soubor

9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled jednotlivých odpovědí ve věkové kategorii 18–44 let	63
Tabulka 2: Přehled jednotlivých odpovědí ve věkové kategorii nad 45 let	64
Tabulka 3: Přehled jednotlivých odpovědí celkem	64
Tabulka 4: Počet správných odpovědí celkem	65
Tabulka 5: Škálování výsledků z dotazníkového šetření u obyvatel ve věku 18–44 let	66
Tabulka 6: Výsledky měření u obyvatel ve věku 18–44 let.....	66
Tabulka 7: Empirické parametry u obyvatel ve věku 18–44 let	68
Tabulka 8: Škálování výsledků z dotazníkového šetření u obyvatel ve věku nad 45 let	69
Tabulka 9: Výsledky měření u obyvatel ve věku nad 45 let	70
Tabulka 10: Empirické parametry u obyvatel ve věku nad 45 let.....	72

10 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma jaderného reaktoru RBMK.....	12
Obrázek 2: Schéma nového sarkofágu	20
Obrázek 3: Mezinárodní stupnice INES.....	23
Obrázek 4: Míra výskytu karcinomu štítné žlázy u dětí a adolescentů ozářených ^{131}I v důsledku černobylské havárie.....	26
Obrázek 5: Rozšíření vrozených malformací ve 4 oblastech Běloruska s vysokou a nízkou hladinou kontaminace radionuklidy.....	27
Obrázek 6: Snižování koncentrace aktivity ^{137}Cs v mléce vyrobeném v soukromých a družstevních farmách regionu Rovno na Ukrajině ve srovnání s dočasně přípustnou úrovní.....	30

11 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 2.....	42
Graf 2: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 2.....	43
Graf 3: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 3.....	44
Graf 4: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 3.....	44
Graf 5: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 4.....	45
Graf 6: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 4.....	46
Graf 7: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 5.....	47
Graf 8: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 5.....	47
Graf 9: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 6.....	48
Graf 10: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 6.....	49
Graf 11: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 7.....	50
Graf 12: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 7.....	50
Graf 13: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 8.....	51
Graf 14: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 8.....	52
Graf 15: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 9.....	53
Graf 16: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 9.....	53
Graf 17: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 10.....	54
Graf 18: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 10.....	55
Graf 19: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 11.....	56
Graf 20: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 11.....	56
Graf 21: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 12.....	57

Graf 22: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 12	58
Graf 23: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 13.....	59
Graf 24: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 13	59
Graf 25: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 14.....	60
Graf 26: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 14.....	61
Graf 27: Celkové zastoupení správných a špatných odpovědí u otázky č. 15.....	62
Graf 28: Zastoupení správných a špatných odpovědí u jednotlivých věkových kategorií u otázky č. 15	62
Graf 29: Polygon empirického rozdělení absolutních četností u obyvatel ve věku	67
Graf 30: Polygon empirického rozdělení relativních četností u obyvatel ve věku.....	67
Graf 31: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností u obyvatel ve věku..	68
Graf 32: Polygon empirického rozdělení absolutních četností u obyvatel ve věku	70
Graf 33: Polygon empirického rozdělení relativních četností u obyvatel ve věku.....	71
Graf 34: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností u obyvatel ve věku..	71

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A: Dotazník

Dotazník

Dobrý den,

Jmenuji se Tetyana Royik a jsem studentkou navazujícího magisterského oboru Civilní nouzová připravenost na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Tento dotazník je součástí mé diplomové práce na téma „Informovanost obyvatelstva Kraje Vysočina o havárii jaderné elektrárny Černobyl“ a jeho cílem je zjistit úroveň znalostí obyvatel Kraje Vysočina o této havárii.

Dotazníky jsou anonymní a budou sloužit pouze pro účely mé diplomové práce. U každé otázky označte, prosím, pouze jednu správnou odpověď. Velice děkuji za Vaši ochotu při jeho vyplňování.

1. Označte prosím svou věkovou kategorii:
 - a) 18–44 let
 - b) nad 45 let

2. V kterém roce došlo k havárii jaderné elektrárny Černobyl?
 - a) 2011
 - b) 1986
 - c) 1992
 - d) 1974

3. Ve kterém státě k výbuchu došlo?
 - a) Rusko
 - b) Bělorusko
 - c) Ukrajina
 - d) Francie

4. Jak velké území zasáhly radioaktivní látky, které unikly z jaderného reaktoru?
 - a) území Ukrajiny, Ruska, Polska a bývalé ČSSR
 - b) areál elektrárny
 - c) téměř všechny státy Evropy
 - d) areál elektrárny a jeho širší okolí

5. Jakým stupněm závažnosti byla událost podle mezinárodní stupnice INES (International Nuclear Event Scale) hodnocena? (stupeň 0 – odchylka, stupeň 7 – velmi těžká havárie)
- a) stupeň 7
 - b) stupeň 5
 - c) stupeň 2
 - d) stupeň 4
6. Co bylo hlavní příčinou vzniku havárie?
- a) přírodní katastrofa
 - b) závada na chladicím systému
 - c) nevydařený experiment
 - d) lidská chyba
7. Myslíte si, že informovanost a varování obyvatelstva o havárii byla v tehdejší době dostatečná?
- a) ano, média dostatečně informovala o vzniklé situaci
 - b) ne, tehdejší vláda tajila veškeré informace
 - c) ano, ale obyvatelstvu byly podány zkreslené informace
 - d) ano, vláda podala včasné a pravdivé informace
8. Které radioaktivní látky, které unikly při výbuchu do okolí, představovaly největší riziko pro obyvatelstvo?
- a) radioaktivní jód a cesium
 - b) radioaktivní látky krypton a argon
 - c) radioaktivní železo a kobalt
 - d) radioaktivní dusík
9. Jakým způsobem se radioaktivní látky po výbuchu dostaly na území tehdejší ČSSR?
- a) ropovodem Družba
 - b) dovozem potravin a zboží z oblasti výbuchu
 - c) ve formě radioaktivního mraku a následného radioaktivního spadu
 - d) vnější kontaminací obyvatel a následnou migrací
10. Kolik osob zemřelo bezprostředně po havárii na následky ozáření?
- a) 97
 - b) 31
 - c) 168
 - d) Žádná

11. Jaké zdravotní komplikace se mohou projevit u zasažených osob i po 10 letech od ozáření?
- a) průjmy a zvracení
 - b) nádorová onemocnění
 - c) dýchací potíže
 - d) akutní nemoc z ozáření
12. Který orgán je nejvíce náchylný ke vzniku rakoviny z ozáření?
- a) štítná žláza
 - b) tenké střevo
 - c) mozek
 - d) plíce
13. Jaká věková skupina obyvatel byla v době havárie nejohroženější z hlediska ozáření?
- a) obyvatelé ve věku nad 60 let
 - b) obyvatelé ve věku 40–60 let
 - c) obyvatelé ve věku 20–40 let
 - d) děti a mladiství do 20 let
14. Jaká preventivní opatření na ochranu obyvatel ČSSR byla přijatá v době, kdy došlo k výbuchu?
- a) žádná opatření přijatá nebyla
 - b) došlo k dočasnému zákazu vycházení
 - c) byla nařízená evakuace obyvatel z míst, která byla nejvíce ohrožena
 - d) došlo k zákazu spotřeby a distribuce některých potravin
15. Kde bychom v dnešní době na našem území mohli najít stopy radioaktivních látek z havárie v Černobylu?
- a) nikde
 - b) v mase lesní zvěře a houbách
 - c) v mase užitkových zvířat
 - d) v rybách