



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zdravotně sociální fakulta

Ústav radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

diplomová práce

Znalosti obyvatelstva vybraného regionu
o následcích havárie na jaderné
elektrárně v Černobylu

Vypracoval: Bc. Marek Pražák

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

České Budějovice 2016

Abstrakt

Černobylská jaderná havárie, ke které došlo 26. dubna 1986, je největší jadernou havárií v historii lidstva.

Během pokusu na 4. reaktoru došlo k jeho výbuchu a během následného požáru uniklo do životního prostředí obrovské množství radionuklidů. Radioaktivním spadem byla zamořena značná část Evropy včetně tehdejší ČSSR (Československá socialistická republika). Vzdušné proudy kontaminované výbuchem zamířily následující dny po havárii nad Evropu. Nad územím Československa prolétl černobylský mrak celkem třikrát: 30. dubna, 3. až 4. května a 7. května 1986. První a třetí průchod zasáhl celé území Československa, druhý průchod jen jeho západní část, takže minul střední a východní Slovensko. Ze zdravotního hlediska byly nejškodlivějšími radioaktivními látkami způsobující radioaktivní zamoření cesium ^{137}Cs a jód ^{131}I . Ze strany tehdejší vlády občané neobdrželi objektivní a pravdivé zprávy a havárie byla médií vykreslována jako bezvýznamný incident. Celá situace byla úmyslně bagatelizována a informace zkreslovány či zcela zamlčovány, čímž byl ještě více podkopána již oslabená důvěra obyvatel v tehdejší komunistický režim.

Za cíle své práce jsem si stanovil:

- a) Vypracovat přehled okamžitých a zejména dlouhodobých následků havárie.
- b) Analyzovat znalosti obyvatelstva Jihočeského kraje o následcích černobylské havárie v závislosti na věku respondentů.

Pro naplnění vymezených cílů jsem si stanovil následující hypotézy:

- H1) teoretické rozdělení znalostí obyvatelstva bude mít normální rozdělení,
- H2) osoby starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti než osoby mladší.

Dané téma jsem zpracoval pomocí shromáždění dostupné odborné literatury, internetových zdrojů a publikací vydaných dotčenými institucemi. V úvodní části popisují výstavbu elektrárny, základní technické parametry použitého reaktoru a průběh a příčiny samotné havárie. Další kapitola je zaměřena na následky havárie v jednotlivých časových etapách – okamžité, po 10 a po 20 letech. Věnuji se jak

následkům na životech a zdravích lidí, tak následkům ekologickým, sociálně – ekonomickým a psychologickým. Dále popisují stav v tehdejší ČSSR a postupu tehdejší vlády při informování obyvatelstva. Poslední kapitola teoretické části je věnována současnému stavu černobylské oblasti a elektrárny a to zejména v souvislosti s budováním nového sarkofágu.

Při zpracování výzkumné části práce jsem provedl sběr dat mezi obyvateli Jihočeského kraje v rámci dotazníkového šetření, při kterém bylo osloveno celkem 280 respondentů, z toho 140 dotazníků bylo vyplněno respondenty mladšími 45 let a 140 dotazníků respondenty staršími 45 let. Dotazník obsahoval celkem 15 otázek týkajících se základních, nikoliv odborných, znalostí v dané problematice. Pro dotazníkové šetření jsem si Jihočeský kraj rozdělil dle okresů (České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec, Prachatice, Tábor, Strakonice, Písek). Výběr jednotlivých měst v rámci dotazníkového šetření byl proveden prostřednictvím náhodného výběru a to losováním. Celkem bylo vyplněno 280 dotazníků, z toho 140 dotazníků bylo vyplněno respondenty mladšími 45 let a 140 dotazníků respondenty staršími 45 let. Z těchto vyplněných dotazníků jsem náhodným losováním vybral 100 dotazníků z každé věkové skupiny. Vyplněné dotazníky jsem převedl do elektronické podoby, vyhodnotil a vložil do přehledných tabulek.

Test stanovených hypotéz a statistické vyhodnocení je provedeno pomocí deskriptivní a matematické statistiky. Statistické hodnocení jsem provedl testováním normality použitím χ^2 -testu dobré shody. Vzájemné porovnání znalostí mezi sledovanými skupinami jsem provedl testováním za pomoci dvou výběrového t-testu na základě odhadu empirických parametrů z každé skupiny. Statistickým šetřením jsem došel k závěru, že rozdělení teoretických znalostí obyvatelstva má normální rozdělení, čímž se potvrdila má první hypotéza. U obou skupin respondentů existuje v zadaném dotazníkovém šetření střední počet správných odpovědí, který má nejvyšší pravděpodobnost.

Výsledky výzkumu taktéž jednoznačně prokázaly, že znalosti obyvatelstva u věkové skupiny nad 45 let statisticky významně převyšují znalosti obyvatel mladší věkové skupiny. V celkovém zhodnocení průměrný počet správných odpovědí u starší věkové

skupiny dosáhl 71 %, zatímco mladší věková skupina odpověděla správně pouze ve 44 %, čímž výsledky dotazníkového šetření potvrdily i druhou zadanou hypotézu.

Klíčová slova

Černobyl; černobylská havárie; následky radiační havárie; cesium; kontaminace ČSSR; informovanost obyvatelstva.

Abstract

The Chernobyl nuclear disaster of April 26, 1986 is the worst nuclear accident in the history of mankind.

An experiment conducted in the 4th reactor resulted in its explosion and a huge amount of radionuclides escaped into the environment in the course of the subsequent fire. The greater part of Europe was contaminated by radioactive fallout, including the former Czechoslovak Socialist Republic. In the days following the accident, air flows contaminated due to the explosion headed for Europe. The Chernobyl cloud flew over the territory of Czechoslovakia three times in all: on April 30, on May 3 – 4 and on May 7, 1986. The first and the third passage hit the whole territory of Czechoslovakia, while the second one its western part only – it avoided central and eastern Slovakia. From a health point of view, the most harmful radioactive substances causing radioactive contamination were caesium ^{137}Cs and iodine ^{131}I . The then government did not provide objective and true information to the citizens and the media depicted the disaster as an insignificant incident. The whole situation was intentionally played down and the information was distorted or withheld completely, which undermined the trust of the population in the then communist regime even more.

I set the following goals of my thesis:

- a) to develop an overview of immediate and especially long-term consequences of the accident;
- b) to analyse the knowledge of the population of the South Bohemian Region of the consequences of the Chernobyl disaster depending on the age of respondents.

For fulfilling the set goals, I set myself the following hypotheses:

- H1) the theoretical division of the population's knowledge will be normal;
- H2) the knowledge of persons over 45 years of age will statistically be significantly higher than that of younger people.

I handled the given theme using available specialized literature, Internet sources and publications published by relevant institutions. In the introductory part I describe the construction of the power plant, basic technical parameters of the reactor used

and the course and causes of the actual accident. The next section is focused on the consequences of the accident in individual time periods – immediately, after 10 years and after 20 years. I devote myself both to influences on human lives and health and to environmental, social, economic and psychological consequences. Furthermore, I describe the situation in former Czechoslovakia and the way of informing the population by the then government. The last section of the theoretical part is dedicated to the present situation in the Chernobyl region and at the power plant itself, taking into account the process of building a new sarcophagus in particular.

While compiling the research part of the thesis, I gathered data among the inhabitants of the South Bohemian Region through questionnaire investigation. I addressed a total of 280 respondents, of which 140 were under 45 years of age and 140 were over 45 years of age. The questionnaire contained 15 questions concerning basic, not professional knowledge in this area. For the purposes of my questionnaire investigation, I divided the South Bohemian Region into districts (České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec, Prachatice, Tábor, Strakonice and Písek). The selection of individual towns within the framework of the questionnaire investigation was carried out at random, by drawing lots. 280 questionnaires were completed in all, of which 140 questionnaires were completed by respondents under 45 and 140 questionnaires were completed by respondents over 45. By drawing lots, I selected 100 questionnaires out of these completed questionnaires, each age group being included. I transferred the completed questionnaires into electronic form, evaluated them and put them in compendious tables.

The test of the set hypotheses and statistical evaluation are carried out using descriptive and mathematical statistics. I carried out statistical evaluation by testing normality, using χ^2 -good agreement test. I mutually compared the knowledge of the groups monitored by testing using a two-sample t-test, based on the estimate of empirical parameters from each group. Based on statistical investigation I came to the conclusion that the division of the population's theoretical knowledge was normal, which confirms my first hypothesis. In case of both groups of respondents there

is a mean number of correct answers in the delimited questionnaire investigation, whose probability is the highest.

The results of the investigation also unambiguously confirmed the fact that the knowledge of the population over 45 years of age was statistically significantly higher than the knowledge of the younger group of respondents. As far as total evaluation is concerned, the average value of correct answers in case of the older group of respondents reached 71%, while the younger group showed just 44% of correct answers, which confirms the second set hypothesis.

Key words:

Chernobyl, Chernobyl disaster, consequences of the radiation accident, caesium, contamination, Czechoslovak Socialist Republic and informing the population.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 16. května 2016

.....

Marek Pražák

Poděkování

Děkuji paní Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za odbornou pomoc, poskytnuté rady, připomínky a za odborné vedení při zpracování této diplomové práce a dále své manželce Bc. Kateřině Pražákové za překlad zdrojů z angličtiny a němčiny.

Obsah

Úvod.....	13
1 Teoretická část.....	14
1.1 Jaderná elektrárna Černobyl	14
1.1.1 Výstavba jaderné elektrárny	14
1.1.2 Popis reaktoru.....	15
1.1.3 Průběh havárie.....	17
1.1.4 Příčiny havárie.....	20
1.1.5 Okamžitý postup po havárii	20
1.2 Následky havárie	21
1.2.1 Okamžité následky havárie	21
1.2.2 Dlouhodobé následky havárie.....	23
1.2.3 Následky havárie po 10 letech	30
1.2.4 Následky havárie po 20 letech	31
1.3 Následky v tehdejší ČSSR.....	33
1.3.1 Kontaminace území ČSSR.....	34
1.3.2 Informovanost obyvatelstva o černobylské havárii.....	38
1.4 Současný stav okolí jaderné elektrárny.....	39
1.4.1 Černobylská příroda	40
1.4.2 Vybudování nového sarkofágu	41
2 Hypotézy a metodika výzkumu.....	43
2.1 Hypotézy.....	43
2.2 Metodika výzkumu	43
2.2.1 Metody deskriptivní statistiky.....	44

2.2.2	<i>Metody matematické statistiky</i>	47
3	Výsledky	49
3.1	<i>Výsledky dotazníkového šetření</i>	49
3.2	<i>Statistické šetření znalostí věkové kategorie 18-44 let</i>	67
3.2.1	<i>Formulace statistické šetření</i>	67
3.2.2	<i>Elementární statistické zpracování</i>	68
3.2.3	<i>Neparametrické testování</i>	71
3.3	<i>Statistické šetření znalostí věkové kategorie nad 45 let</i>	75
3.3.1	<i>Formulace statistické šetření</i>	75
3.3.2	<i>Elementární statistické zpracování</i>	76
3.3.3	<i>Neparametrické testování</i>	79
3.4	<i>Parametrické testování – aplikace dvojnýběrového t-testu</i>	82
4	Diskuse	84
4.1	<i>Rozbor jednotlivých otázek dotazníku</i>	84
4.2	<i>Diskuze ke statistickému šetření</i>	86
	Závěr	89
	Seznam informačních zdrojů	90
5	Seznam grafů	96
6	Seznam obrázků	98
7	Seznam tabulek	99
8	Seznam příloh	100

Seznam použitých zkratk

MAAE	Mezinárodní agentura pro atomovou energii
RaL	Radioaktivní látka
ČSSR	Československá socialistická republika
ČR	Česká republika
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
JE	Jaderná elektrárna
JZ	Jaderné zařízení
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚRO	Státní ústav radiační ochrany
KGB	Комитет государственной безопасности (Výbor státní bezpečnosti)
RBMK	Реактор большой мощности канальный (Reaktor velkých výkonů kanálový)

Úvod

Dne 26. dubna 1986 došlo k největší jaderné havárii v historii lidstva – k explozím reaktoru jaderné elektrárny Černobyl. Byla to událost, která zcela změnila pohled na jadernou energetiku. Ačkoli od havárie uplynulo již 30 let, její následky přetrvávají až do dnešní doby a to jak v bezprostředně postižených oblastech, tak zejména v povědomí obyvatel.

Tehdejší sovětské úřady o radiační havárii obyvatelstvo informovaly nedostatečně a její rozsah záměrně bagatelizovaly – havárie jaderné elektrárny Černobyl byla prezentována jako běžná porucha a občanům byly předkládány zkreslené informace. Obdobné dezinformace byly předkládány občanům států tehdejšího východního bloku. Varování ohledně možných zdravotních potíží byla nedostatečná, zprávy o tom, co se děje, byly zpožděné. Černobylská tragédie se stala tématem rozhořčených debat kolem bezpečnosti jaderné energie a pro její odpůrce se Černobyl stal nezapomenutelným symbolem.

Cílem diplomové práce je vypracovat přehled okamžitých a dlouhodobých následků havárie a analýza znalosti obyvatelstva vybraného regionu o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobyli v závislosti na jejich věku. V teoretické části uvádím popis černobylské elektrárny, a to od výstavby, přes popis a příčiny havárie, až po uzavření elektrárny. Podstatnou část své práce věnuji následkům havárie a to jak okamžitým, tak zejména dlouhodobým, které popisují po jednotlivých dekádách v období od samotné havárie až po současný stav. Poslední kapitola v teoretické části se zabývá dopady havárie na tehdejší ČSSR, zejména pak informovaností obyvatel ze strany médií, kdy se o radiační situaci mluvilo neurčitě, československé sdělovací prostředky představovaly havárii jako běžnou poruchu a myšlenka, že by se v důsledku havárie změnila radiační situace, se nepřipouštěla.

Výzkumnou část práce věnuji statistickému zpracování a následnému vyhodnocení dat nasbíraných na základě dotazníkového šetření. Data byla nasbírána mezi obyvateli Jihočeského kraje ve věkových kategoriích do 45 a nad 45 let. Následně jsem pomocí deskriptivní a matematické statistiky provedl test stanovených hypotéz.

1 Teoretická část

Havárie černobylské elektrárny je jedinou havárií v dosavadní historii výroby jaderné energie, která si vyžádala přímé oběti na lidských životech. Příčin havárie bylo více, typ použitého reaktoru RBMK (Reaktor bolšoj moščnosti kanálnyj - Reaktor velkých výkonů kanálový), nevhodný pokus a nedostatečná kompetentnost personálu. (1)

Dle Mezinárodní stupnice jaderných událostí (INES – International Nuclear Events Scale), která podle Mezinárodní agentury pro atomovou energii a podle ohrožení osob a životního prostředí, poškození jaderného zařízení a narušení bezpečnostního systému, řadí jaderné události do jednoho ze sedmi stupňů, dosáhla havárie sedmého, tedy nejvyššího stupně definovaného jako „velmi těžká havárie“ s široce rozšířenými dopady na zdraví a životní prostředí. (2, 3)

Některé země se v důsledku nehody rozhodly omezit či zcela pozastavit budování jaderných zařízení a rozvoj jaderné energetiky se pozastavil. Náprava tohoto stavu a obnovení důvěry v jaderný průmysl trvalo téměř dvě následující dekády. (4)

1.1 Jaderná elektrárna Černobyl

Jaderná elektrárna v Černobylu měla být chloubou, ale stala se hrozbou. Měla bezpečně generovat atomovou energii, namísto toho ohrozila celou Evropu. Centrální ukrajinská jaderná elektrárna V. I. Lenina se nachází na severu Ukrajiny několik kilometrů od hranic s Běloruskem a zhruba 130 kilometrů severně od Kyjeva na řece Pripjať. Samotné městečko Pripjať se nachází tři kilometry od elektrárny. Město Černobyl, po kterém je elektrárna pojmenována, leží 18 kilometrů jižně od elektrárny. (5)

1.1.1 Výstavba jaderné elektrárny

Základní kámen jaderné elektrárny byl položen v obci Kopači černobylského okresu Kyjevské oblasti v lednu 1970. V roce 1972 tehdejší vláda SSSR (Svaz

sovětských socialistických republik) rozhodla, že elektrárna bude vybavena reaktory typu RBMK. (6)

Jaderná elektrárna se skládala ze čtyř reaktorů, každý o výkonu 1 000 MW elektrické energie, které v době havárie dohromady produkovaly asi 10 % ukrajinské elektřiny. Reaktor č. 1 byl dokončen v roce 1977, následoval reaktor č. 2 (1978), reaktor č. 3 (1981) a reaktor č. 4 (1983). Dva další reaktory (č. 5 a č. 6, každý také o kapacitě 950 MW) byly v době havárie rozestavěny a jejich stavba již nebyla obnovena. (6)

Celá stavba a provoz elektrárny byly poměrně dosti uspěchané - například 4. blok byl spuštěn bez provedení řady požadovaných fyzikálních a technických testů. (6)

Závažné nedostatky při výstavbě jaderné elektrárny v Černobylu byly zjištěny komisí KGB (Комитет государственной безопасности - Výbor státní bezpečnosti) již v roce 1979. V její tajné zprávě jsou popsány odchylky od projektu a porušování technologie vedení stavebních a montážních prací, ke kterým docházelo na stavbě druhého bloku elektrárny, což mohlo vést k haváriím a nehodám. (7)

Například sloupy výztuže strojového sálu byly postaveny s odklonem od vytyčených os, mezi sloupy chyběly na několika místech horizontální spoje.

Na mnohých místech byla porušena vertikální hydroizolace, což mohlo vést k proniknutí podzemních vod do budovy elektrárny a radioaktivnímu znečištění okolního prostředí. Při pokládání zvláště těžkého betonu docházelo k přestávkám, což vedlo k tvorbě dutin a popraskání základu. (6)

1.1.2 Popis reaktoru

První dva bloky byly s reaktory typu RBMK-1000 (1. generace) a byly spuštěny v letech 1978 až 1979. Po dokončení prvních dvou bloků začala stavba dalších dvou bloků RBMK-1000 (2. generace). (8)

Rozdíl mezi reaktory RBMK-1000 první a druhé generace spočíval především ve změně uspořádání aktivní zóny, v počtu regulačních tyčí (bloky první generace měly 179 regulačních tyčí, bloky druhé generace měly 211 regulačních tyčí). Dále se snížil počet palivových kanálků z 1 693 na 1 661. Třetí blok elektrárny byl dokončen

a spuštěn v roce 1982 a čtvrtý blok v březnu 1984. Po jejich spuštění se začalo se stavbou 5. a 6. bloku také s reaktorem RBMK-1000 2. generace. (8, 9)

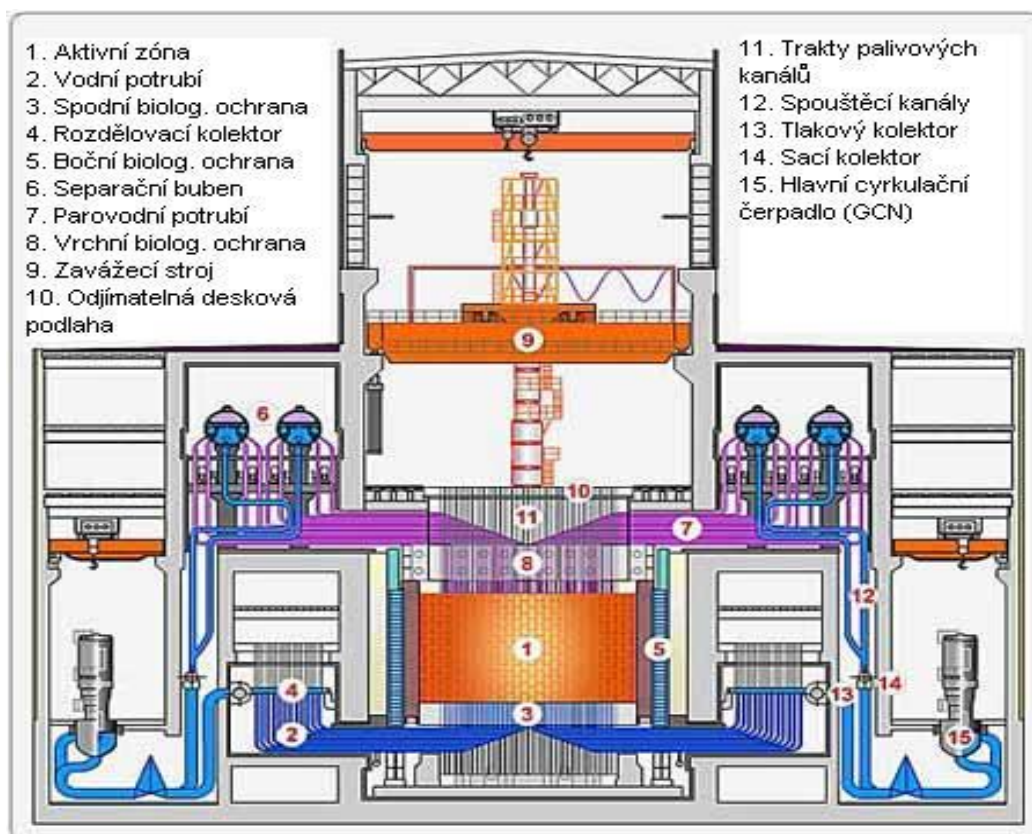
Reaktor RBMK vyvinuli sovětsí vědci ve výzkumném ústavu akademika V. I. Kurčatova v 60. letech 20. století na základě zkušeností s provozem první atomové elektrárny v Obninsku. Palivem reaktoru byl obohacený oxid uraničitý UO_2 (smolinec). Každý palivový článek byl umístěn v chladícím kanálku, které kolmo procházely velkými grafitovými bloky. V těch pak byly uloženy palivové tyče, mezi nimiž proudila chladící voda, která se ohřívala až na 290 °C a tím odváděla z reaktoru teplo. Nahoře odcházela směs páry do separačního bubnu, ve kterém se oddělila pára od vody. Odtud putovala pára do turbíny a voda se vracela zpět do reaktoru. Tato pára následně poháněla turbínu na výrobu elektřiny. Každý palivový kanálek přitom musel být izolován od okolního prostředí. Rozteče mezi kanálky byly vyplněny moderátorem, kterým byl v tomto případě již zmíněný grafit. Celý grafitový blok byl uzavřen v tlakovém obalu z oceli, ve kterém cirkulovalo helium a plynný dusík. K horkému grafitu se totiž nesměl dostat vzduch. Tato konstrukce reaktoru si vyžádala značné rozměry. Blok o výkonu 1 000 MWe měl aktivní zónu o průměru 11,8 metrů a výšce 7 metrů. K regulování chodu reaktoru se využívalo celkem 211 regulačních tyčí, z nichž 30 bylo havarijních a 147 bylo možno ovládat ručně. (8)

Výhoda tohoto typu reaktoru je v absenci druhého okruhu, kdy pára z reaktoru proudí přímo do turbín. Další výhodou je možnost měnit palivo za provozu, bez nutnosti odstávky. (8)

Nevýhodou je jeho nestabilita. Pokud dojde za provozu k přerušení dodávek chladící vody do reaktoru, začne se reaktor přehřívat. Voda v něm se začne přeměňovat v páru a vzroste tlak v aktivní zóně. Štěpná reakce pomalu roste. Samovolně se nezastaví, protože v aktivní zóně je stále přítomný grafitový moderátor. (8)

Dnešní reaktory používají jako moderátor vodu. Pokud by došlo k jejímu úbytku, štěpná reakce by se samovolně zastavila a reaktor by se automaticky odstavil.

Na obrázku 1 je zobrazen příčný řez zařízením reaktoru RBMK-1000 s popisem jednotlivých částí.



Obrázek 1: P r chn y r ez zařizení reaktoru RBMK-1000 (10)

1.1.3 Průběh havárie

25. dubna 1986 krátce po půlnoci začala směna operátorů 4. bloku  ernobylsk e jaderné elektrárny provádět neodborn e připravený pokus, jehož cílem bylo ov er n i schopnosti elektrického generátoru po rychl m uzavření přivedu p ry do turbíny napájet p r setrva n m doběhu po 40 sekund čerpadla havarijního chlazení.

Podle teorie inženýrů a vědců se potřebná energie pro čerpadla (cca 6 MW) měla z sikat ze setrvačného doběhu turbíny. Podle výpočtů to m lo být dostate n e množství k udržení chodu čerpadel po dobu 50 sekund. Reaktor byl sice také vybaven dieselv mi agregáty, ty však potřebovaly 45-50 sekund k rozběhu na plný výkon. Proto měl být výkon získaný ze setrvačnosti dostatečný na překlenutí mezery mezi vypnut m proudu a náběhem agregátů. (11)

Plánovaný příběh experimentu měl vypadat následovně: Nejprve se měl snížit výkon reaktoru na 1/2 a m lo dojít k odpojení první ze dvou turbín bloku. Poté m lo

následovat další snižování výkonu až na 1/3, což byla takřka minimální bezpečná hranice provozu reaktoru RBMK. Dále mělo následovat uzavření druhé turbíny. Tento krok měl být zároveň signálem pro systém havarijní ochrany, který měl současně automaticky odstavit reaktor. (11)

Obsluha tedy podle plánu započala s plynulým snižováním výkonu reaktoru z 3 200 MWt až na výkon 1 600 MWt a následným odpojením první ze dvou turbín. Pak byl ale test na žádost energetického dispečinku na 9 hodin přerušen a dále v něm proto pokračovala jiná, z důvodu časového posunu nepřipravená, směna. (12)

Nová směna pokračovala v pokusu, při kterém bylo nutno snížit tepelný výkon reaktoru zhruba na hranici 1 000 MWt. Přitom obsluha postupovala chybně a výkon klesl až pod hranici oblasti bezpečného provozu (tato hranice se pohybovala kolem 700 MWt - po jejím dosažení začala bezpečnostní automatika okamžitě odstavovat reaktor; operátoři ji ale odpojili, přešli na ruční ovládání a pokusili se reaktor oživit a dokončit pokus). Ani po přechodu na manuální ovládání reaktoru se nedařilo operátorům udržet reaktor při životě a výkon dále klesal až na 30 MWt, což znamenalo v podstatě úplné zastavení štěpné reakce. Obsluha se pokoušela během této obrovské ztráty reaktivity zvýšit výkon tím, že postupně vytahovala z aktivní zóny reaktoru regulační tyče (aby to bylo možné, bylo nutno vypnout další automatické ochrany reaktoru). Chod reaktoru v oblasti malého výkonu trval však již příliš dlouho, a tak se v aktivní zóně začalo hromadit velké množství xenonu ^{135}Xe a samaria ^{149}Sm , a proto na úbytek tyčí v aktivní zóně reaktor nereagoval. Obsluha proto riskantně vytáhla z aktivní zóny postupně takřka všechny regulační a havarijní tyče až nad přípustné limity a vypnula havarijní ochranu reaktoru. Po tomto zásahu zůstalo v aktivní zóně pouze 8 z 211 regulačních a havarijních tyčí. Operátorům se postupně podařilo zvýšit výkon reaktoru až na 500 MWt a dokonce považovali jeho chod za stabilní. (12)

Začali proto s pokračováním experimentu. Uzavřeli druhou turbínu a odpojili 4 z 8 cirkulačních čerpadel primárního okruhu (reaktor ovšem pracoval dál, protože havarijní ochrana, která ho měla odstavit, byla odpojena). Po uzavření přívodu k turbínám začal výběh rotoru. Z důvodu zmenšení průtoku páry ze separačního bubnu

rostl tlak páry v aktivní zóně rychlostí 50 kPa/s a celkový průtok chladiva skrz reaktor se začal snižovat díky napájení pohonů cirkulačních čerpadel z brzdícího generátoru. (8)

Ve spojení s výrazným omezením cirkulace chladicí kapaliny došlo k opětovnému nárůstu teploty v reaktoru. Poměrně rychle stoupl hromadění a tvorba páry v reaktoru. Situace se podstatně zhoršila tím, že se pára dostala až do čerpadel, jejichž účinnost se tím pádem výrazně snížila. To znamenalo další zhoršení oběhu chladicí kapaliny v reaktoru a vedlo k nadměrné tvorbě a hromadění páry v aktivní zóně. S rozšiřováním štěpné reakce se zvyšoval i počet moderovaných neutronů, které mohly štěpit xenon ^{135}Xe . Vlivem zvyšování reaktivnosti xenon ^{135}Xe ubýval a během několika málo vteřin došlo k jeho „vyhoření“, čímž reaktor přišel o prakticky jediný absorbátor neutronů, který se v aktivní zóně nalézal. Toto zapříčinilo gigantické rozšíření řetězové reakce a s tím spojený prudký nárůst teploty aktivní zóny zhruba na desetinásobek konstrukční projektované hodnoty (postupný nárůst až na 35 000 MWt). V této fázi si vedoucí směny uvědomil svoji chybu, stiskl tlačítko nejvyššího poplachu (5. stupeň) a vydal pokyn k havarijnímu zasunutí regulačních tyčí a nouzovému odstavení reaktoru. Bylo však již příliš pozdě. Vysoká teplota v jádře reaktoru vedla ke ztrátě chladicího média, když se veškerá voda přeměnila kompletně v páru. Navíc poté, co obsluha vydala povel k havarijnímu odstavení reaktoru okamžitým zasunutím havarijních tyčí do aktivní zóny, došlo vlivem obrovské teploty k zdeformování některých kanálků reaktoru natolik, že do nich nebylo možno zasunout havarijní tyče. Výkon reaktoru tak nadále stoupal a během chvíle se dostal až na 350 000 MWt (zhruba stonásobek konstrukční projektované hodnoty). Ohromné množství páry (tlak stoupal rychlostí 1500kPa/s) vytvořilo na reaktor obrovský tlak, kterému jeho konstrukce nedokázala odolat, a ten explodoval. Do reaktoru vnikl vzduch, pára se dostala na rozpálený grafit a reakcí se zirkoniovým povrchem palivových článků vznikla výbušná směs vodíku a kyslíku, jejíž následná exploze rozervalo budovu reaktorovny a částečně i strojovny bloků. (8)

1.1.4 Příčiny havárie

Závažné nedostatky byly zjištěny již při výstavbě jaderné elektrárny samotné. Celá stavba a provoz elektrárny byly poměrně dosti uspěchané, nebyly provedeny dostatečné bezpečnostní analýzy ani zaváděcí bezpečnostní testy. Obrovský tlak na spuštění elektrárny byl i ze strany politiků v souvislosti s nutností výroby elektřiny potřebné pro továrny ke splnění plánu výroby.

Jak již bylo uvedeno výše, havárie byla také do značné míry způsobena selháním lidského faktoru. Začátek testu a odstavení jaderného reaktoru z provozu musely být neočekávaně odloženy o devět hodin, což způsobilo, že jej prováděla jiná směna než ta, která se na jeho realizaci připravovala. V noční směně bylo méně zkušených operátorů, kteří se navíc na následující test nepřipravovali, provozní personál porušil procedury nutné k zajištění bezpečného chodu elektrárny a nerespektoval bezpečnostní omezení ani vnitřní předpisy. Aby mohl být proveden experiment, bylo několik bezpečnostních systémů vyřazeno z provozu či ignorováno. (13).

Opomenout však nelze ani negativní vliv utajování citlivých informací souvisejících s jadernou energetikou a typem tohoto reaktoru.

1.1.5 Okamžitý postup po havárii

Z důvodu zabránění únikům radioaktivity byl reaktor postupně zasypáván 5 000 t sloučenin bóru, olova, hlíny, písku a dolomitu. Bór absorboval neutrony a zabraňoval, aby se reaktor stal kritickým, olovo absorbovalo teplo a současně působilo jako stínění, hlína a písek filtrovaly radioaktivní částice, dolomit uvolňoval oxid uhelnatý CO₂ a tím zamezoval přísun kyslíku k hořícímu grafitu. Sypké materiály požár grafitu uhasily a částečně absorbovaly unikající radioaktivní aerosoly. Dva týdny po jaderné havárii rozhodly sovětské úřady zakonzervovat celý havarovaný blok včetně strojovny pomocí sarkofágu. (14) Odhaduje se, že uniklo kolem 5 % veškerého štěpného materiálu z reaktoru. Úniky, avšak již menšího rozsahu, poté trvaly ještě následujících 6 měsíců, než se tento betonový sarkofág podařilo postavit. (15)

Ukrajinská vláda ponechala kvůli nedostatku elektřiny v zemi tři zbývající reaktory v provozu. První blok byl vážně poškozen požárem kabelové vedení reaktoru v roce

1991 a kvůli předpokládané ceně jeho opravy nebyl již opravován. Druhý blok Ukrajina odstavila v rámci dohody s Evropskou unií v roce 1996 a poslední 3. blok byl rovněž v rámci dohod odstaven 21. prosince 2000, čímž byla ukončena výroba energie v Černobyli.

1.2 Následky havárie

Nehoda zvýšila obavy o bezpečnost sovětského jaderného průmyslu, zpomalila na mnoho let jeho expanzi a zároveň nutila sovětskou vládu přehodnotit míru utajování. Nástupnické státy po rozpadu Sovětského svazu – Rusko, Ukrajina a Bělorusko dodnes nesou břímě pokračujících nákladů na dekontaminaci a léčení nemocí způsobených černobylskou havárií. Havárie a její dopady jsou stále předmětem zkoumání.

1.2.1 Okamžité následky havárie

Okamžitě po havárii 4. bloku nastala v elektrárně zajímavá situace, kdy odpovědní zaměstnanci odmítali uvěřit tomu, že reaktor je zničen a mnozí pokračovali v práci, jakoby se nic nedělo. Tak došlo například k další trestuhodné nedbalosti, kdy sousední 3. blok, který byl ve stejném komplexu a byl výbuchem lehce poškozen, byl odstaven až po pěti hodinách od neštěstí. V té době již několik hodin bojovali hasiči s požárem na střeše a ve strojovně 3. bloku, nádrže havarijního chlazení tohoto bloku byly přitom poškozeny. Zbývající bloky, které měly se 4. blokem rovněž společnou strojovnu a mohly být poškozeny, byly odstaveny a zabezpečeny až po 24 hodinách od neštěstí. S ohledem na pokračující únik radioaktivních látek do ovzduší byl reaktor zasypan olovem, bórem, jílem a pískem z rychle prolétávajících vrtulníků (8).

Výbuch zabil 2 pracovníky elektrárny, kteří se nacházeli v blízkosti reaktoru a dalších 26 zaměstnanců a hasičů zahynulo během likvidace havárie v průběhu několika dnů a týdnů (většinou na následky ozáření). Další tři podlehlí zranění o několik dní později – jednalo se o pracovníky, kteří se vydali zasouvat regulační tyče do reaktoru ručně. Prokázaný počet okamžitých obětí tedy činí podle profesora V. Klenera 31 osob (16, 17).

Únikem radioaktivních materiálů byly nejvíce zasaženy přilehlé oblasti Běloruska, Ukrajiny a Rusko. Radioaktivní mrak se vlivem požáru dostal do výšky několika kilometrů a postupně kontaminoval celou Evropu. (18) Odhaduje se ale, že více než polovina celkového objemu uniklé radioaktivity zasáhla území mimo tři zmíněné státy. Nejméně v dalších čtrnácti zemích Evropy byla nalezena místa kontaminovaná nad úroveň $37\ 000\ \text{Bq/m}^2$ (například v Bulharsku, Československu, Finsku, Itálii, Maďarsku, Moldavsku, Norsku, Rakousku, Rumunsku, Řecku, Slovinsku, Švédsku a Švýcarsku). (19)

Oblak z hořícího reaktoru rozptýlil nad velkou částí Evropy četné množství radioaktivních materiálů, zejména radionuklidy jódu a cesia. Radioaktivní jód ^{131}I , který nejvíce zasahuje štítnou žlázu, má krátký poločas rozpadu (8 dnů) a z větší části se rozpadl během několika týdnů po havárii. Radioaktivní cesium ^{137}Cs , které přispívá jak k vnějším tak vnitřním dávkám, má mnohem delší poločas rozpadu (30 let) a v mnoha částech Evropy je stále měřitelné v půdě a některých potravinách. (19)

Celková aktivita, která při havárii unikla mimo elektrárnu, byla odhadnuta na $1,9 \cdot 10^{19}$ Bq. Z toho polovina patřila radioaktivním izotopům vzácných plynů. Z reaktoru se dále uvolnilo 1,3 až $1,8 \cdot 10^{18}$ Bq jódu ^{131}I , $5 \cdot 10^{16}$ Bq cesia ^{134}Cs a $9 \cdot 10^{16}$ Bq cesia ^{137}Cs . Radioaktivita se rozptýlila atmosférou i do vzdálených oblastí, radioaktivní spad byl zaznamenán na celé severní polokouli. K největším úrovním kontaminace došlo v rozsáhlých oblastech Sovětského svazu kolem elektrárny, kde se nyní nachází Bělorusko, Ruská federace a Ukrajina. Například území, kde plošná aktivita ^{137}Cs přesahovala 185 kBq, zahrnovala 16 500 km² v Bělorusku, 4 600 km² v Rusku a 8 100 km² na Ukrajině. (20)

V letech 1986 - 1987 bylo do potlačení a likvidace následků havárie zpočátku zapojeno odhadem 200 000 havarijních pracovníků z armády a dobrovolníků, zaměstnanců elektrárny, místní policie a hasičů. Později počet registrovaných „likvidačních“ pracovníků stoupl na 600 000, ale pouze malý zlomek těchto lidí byl vystaven nebezpečným úrovním radiace. Největší dávky obdržely havarijní týmy a personál elektrárny, celkem asi 1 000 lidí, během prvního dne po havárii. (21)

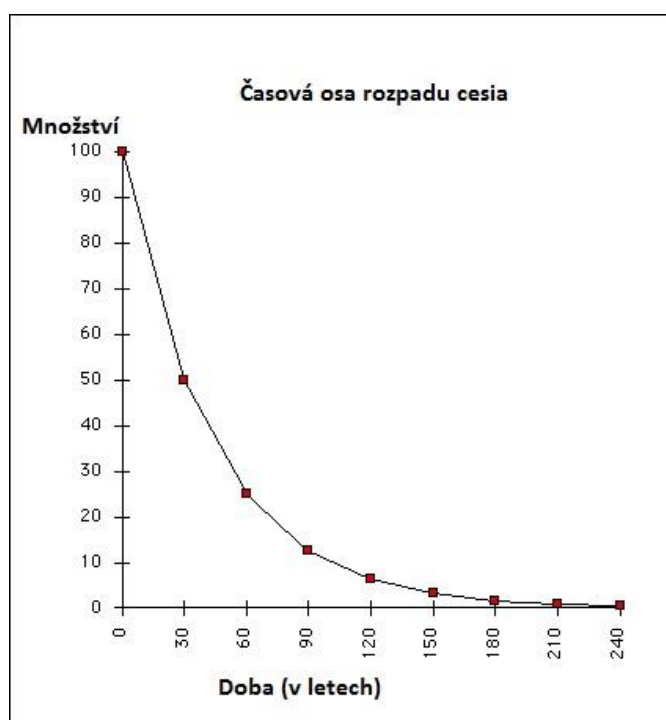
1.2.2 Dlouhodobé následky havárie

Havárie měla nejen obrovský dlouhodobý ekologický, kulturní, zdravotní a sociálně - ekonomický dopad zejména na země bývalého Sovětského svazu, ale také změnila celosvětový celkový pohled na jadernou energetiku.

Ekologické důsledky

Po explozi docházelo po 10 dnů k obrovským únikům radionuklidů ze 4. bloku reaktoru. Tyto úniky obsahovaly radioaktivní plyny (vzácné plyny činily asi 50 % celkových úniků), kondenzované aerosoly a velké množství částic paliva, jejichž usazování se výrazně lišilo dle četnosti srážek. K usazení většiny radioizotopů stroncia a plutonia došlo v okruhu 100 km od zničeného reaktoru, a to z důvodu větších rozměrů částic. Řada z nejvýznamnějších radionuklidů má krátký poločas rozpadu, což znamená, že se již rozpadla většina radionuklidů, které unikly při havárii. Bezprostředně po havárii způsobily velkou obavu úniky radioaktivního jódu.

V nadcházejících desetiletích bude mít prvořadou důležitost kontaminace cesiem ^{137}Cs , jak je patrné z obrázku 2, druhotně se bude pozornost věnovat stronciu ^{90}Sr . Z dlouhodobého hlediska (stovky až tisíce let) se předpokládá, že největší význam bude mít kontaminace radionuklidy obsahujícími izotopy plutonia a americium. (21)



Obrázek 2: Rozpad 100 jednotek cesia ^{137}Cs v časové ose (22)

Otevřené plochy ve městech, jako jsou trávníky, parky, ulice, cesty, náměstí, střechy a zdi budov, byly kontaminovány nejvíce. Za sucha byly zpočátku více kontaminovány stromy, keře, trávníky a střechy, zatímco za deště byla počáteční kontaminace největší na vodorovných plochách - pozemcích a trávnících. Zvýšené koncentrace cesia ^{137}Cs byly zjištěny kolem domů, kam déšť dopravil radioaktivní látky ze střech na zem. Usazování radioaktivních látek v městech mělo za následek různé úrovně ozáření lidí v následujících letech až dodnes. (21)

V průběhu roku 1986 i později byla v obydlených a rekreačních oblastech vlivem větru, deště a lidských činností včetně dopravy a čištění ulic značně snížena povrchová kontaminace radioaktivními materiály. Jedním z důsledků tohoto procesu byla sekundární kontaminace kanalizačního systému a uskladnění odpadních vod. V současnosti se ve většině osad, které byly zasaženy radioaktivní kontaminací, vrátil dávkový příkon vzduchu nad pevnými povrchy na úroveň pozadí před havárií. Dávkový příkon u vzduchu však zůstává zvýšený nad půdou v zahradách, zelinářských zahradách a parcích v některých osadách v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině. (21)

Radioaktivní jód se rychle absorboval do mléka, což vedlo k závažným dávkám ozáření štítné žlázy u lidí konzumujících mléko, zejména dětí v Bělorusku, Rusku a na Ukrajině. Ve zbyvajících částech Evropy se zvýšená hladina radioaktivního jódu v mléce pozorovala v některých kontaminovaných jižních oblastech, kde se dobytek chovaný na mléko již pásal venku.

Po počáteční fázi přímé kontaminace se stával stále důležitějším příjmem radionuklidů z půdy kořeny rostlin. Obecně došlo k podstatnému snížení v přenosu radionuklidů do zeleniny a zvířat v intenzivním zemědělství v prvních několika letech po usazení, jak se předpokládalo vzhledem k počasí, rozpadu, migraci radionuklidů do půdy a snížení biologické dostupnosti v půdě. V několika posledních letech však došlo ještě k dalšímu zřetelnému poklesu, a to o 3 – 7 % za rok. (21)

Po havárii prokazovaly rostliny a zvířata v lesních a horských oblastech obzvláště vysoký příjem radioaktivního cesia s nejvyššími zaznamenanými úrovněmi cesia ^{137}Cs v lesních plodinách. To je způsobeno trvalou recyklací radioaktivního cesia zejména v lesních ekosystémech. Obzvláště vysoké koncentrace aktivity cesia ^{137}Cs byly zjištěny v houbách, bobulích a zvěřině a tyto vysoké hladiny přetrvávají již přes dvě desetiletí. Takže zatímco objem ozáření lidí prostřednictvím lesních produktů celkově klesá, vysoké úrovně kontaminace lesních produktů trvají a stále překračují úroveň mnoha zemí. V některých oblastech Běloruska a Ruska k interním dávkám nejvíce přispívá konzumace lesních plodin s cesiem ^{137}Cs . Lze předpokládat, že tento stav potrvá několik desetiletí. (21)

Sociálně – ekonomický dopad

Černobylská jaderná havárie a vládní politika přijatá pro vypořádání se s jejími důsledky znamenala obrovské náklady pro Sovětský svaz a tři nástupnické státy - Bělorusko, Rusko a Ukrajinu.

Tyto náklady nelze přesně vypočítat vzhledem k netržním podmínkám v době katastrofy a vysoké inflaci a nestálému směnnému kurzu v přechodovém období, které následovalo po rozpadu Sovětského svazu v roce 1991. Rozsah dopadu je však zřejmý

z různých vládních odhadů z 90. let 20. století, podle kterých náklady na havárii za dvě desetiletí činily stovky miliard dolarů. (21)

Míra zatížení je zřejmá z širokého rozsahu vzniklých přímých a nepřímých nákladů (23):

- přímé škody způsobené havárií;
- výdaje spojené s
 - činnostmi spojenými se zabetonováním reaktoru a zmírněním následků v uzavřené zóně;
 - přesídlením lidí a výstavbou nových bytů a infrastruktur;
 - sociální podporou a zdravotní péčí poskytnutou postiženým lidem
 - výzkumy týkajícími se životního prostředí, zdraví a výroby čistých potravin;
 - radiačním monitorováním životního prostředí;
 - radioekologickou asanační osad a likvidací radioaktivního odpadu.
- nepřímé ztráty spojené s náklady na vyjmutí zemědělské půdy a lesů z užívání a s uzavřením zemědělských a průmyslových zařízení;
- příprava a provedení opatření k ochraně obyvatelstva před následky mimořádných událostí a černobylské katastrofy;
- náklady včetně dodatečných nákladů na energii vyplývající ze ztráty energie z černobylské elektrárny a zrušení běloruského jaderného programu (23).

Zasažená území byla převážně venkovská a hlavním zdrojem obživy obyvatel bylo zemědělství a to buď ve formě kolchozů, které zajišťovaly obživu velkého množství obyvatel či malá políčka sloužící pouze pro potřebu domácností a místní prodej. Průmysl byl převážně jednoduchý, zaměřený na zpracování potravin či dřeva. Následky havárie tedy výrazně pocítil zemědělský sektor – celkem bylo znemožněno využívat 784 320 hektarů půdy a těžba dřeva musela být pozastavena na 694 200 hektarech lesa. Omezení zemědělské produkce ochromila trh s potravinami, stigma Černobyly mělo za následek odmítání nákupu potravin ze zasažených oblastí. Příjmy ze zemědělských aktivit upadaly a v Bělorusku, kde nebylo možno využívat nejkvalitnější zemědělskou půdu, zasáhl dopad na zemědělství celou ekonomiku. (24)

Vládní politika, zaměřena na ochranu obyvatelstva před radiací (prostřednictvím přestěhování obyvatel a omezením zemědělské výroby), měla nevyhnutelný negativní dopad na ekonomiku zasažených, zejména zemědělských, oblastí. Nicméně je nutno podotknout, že region se v devadesátých 90. letech 20. století potýkal s obrovskými ekonomickými problémy bez ohledu na havárii. Mzdy se v tomto regionu ve srovnání s ostatními byly nižší a nezaměstnanost vyšší. Pracovních příležitostí mimo zemědělství bylo v černobylském regionu minimum, počet menších a středních podniků velice nízký a většina kvalifikovaných mladých lidí region opustila. Výsledkem bylo, že postižený region musel čelit chudobě v daleko větší míře než regiony ostatní. (24)

V roce 1988 se několik organizací v čele s Organizací spojených národů zapojilo do obnovy regionu. V období po havárii se systém pomoci zaměřoval zejména na projekty poskytující okamžitou úlevu v oblasti zdravotní péče, ekologie a zemědělství, na které bylo poskytnuto téměř 10 milionů dolarů. Jaderná bezpečnost a ekonomická obnova regionu nebyla v této době prioritou a proto do nich bylo investováno pouze 620 000 dolarů. (25)

Je třeba taktéž připočíst náklady na stavbu nového sarkofágu odhadem za 1,5 až 1,7 miliard Euro. Ačkoliv část uhradila Evropská unie, část nákladů musela převzít Ukrajina, což bylo pro již tak dost prázdnou státní pokladnu velmi náročné. (26)

Nutno však dodat, že odezva na černobylskou havárii se stala ukázkou toho, jak mezinárodní společenství dokáže spolupracovat při řešení naléhavých zdravotních, ekonomických a sociálních problémů lidí katastrofou tohoto rozsahu postižených. Černobyl se tak stal jedinečným průběžným kamenem mezinárodní solidarity a spolupráce. Tato spolupráce byla životně důležitá pro vyhodnocení a předpověď následků havárie i jejich zmírnění. (27)

Psychologické následky

Za nejzávažnější a nejvíce opomíjený následek černobylské havárie se však považují následky na psychickém zdraví obyvatel v zasažených oblastech. Vzniklé trauma posílené evakuací (ztráta domova, ztráta majetku apod.) vedlo k tomu, že evakuovaní lidé přijali ochotněji roli oběti, namísto role zachráněných a přeživších.

Obavy z následků radiace tak vyvolaly u velkého počtu lidí mnohem závažnější a hlavně trvalejší zdravotní komplikace, než radiace samotná radiofobie po havárii například způsobila, že lidé po mnoho měsíců či let požívali jen jídlo z konzerv a někteří jedinci a rodiny shledali život natolik hrozným, že páchali sebevraždu. Mezi psychologické účinky lze zařadit apatii projevující se zejména duševní otupělostí se sníženým projevem emocí, zkrácenou pozornost nerozhodnost a projevy úzkosti. Reakce strachu se projevovала neorganizovaným chováním, pocitem bezmocnosti, výraznou úzkostlivostí přecházející někdy až v paralyzující úzkost, proměnlivostí nálad a nekontrolovatelnými epizodami pláče. (28)

Tyto neradiologické efekty spojené s havárií byly předmětem několika rozsáhlých výzkumů. Symptomy jako bolesti hlavy, deprese, poruchy spánku, neschopnost soustředění a emoční nerovnováha byly zjištěny ve spojitosti s obtížnými podmínkami a stresujícími událostmi, které následovaly po havárii. Psychologický vývoj u 138 běloruských dětí, které byly vystaveny záření v děloze matky, byl porovnán se 122 dětmi z nekontaminovaných oblastí. Byla zjištěna přímá spojitost mezi úzkostí u rodičů a emočním stresem u dětí. (29)

V říjnu 1989, více než 3 roky po nehodě černobylské elektrárny, si vláda SSSR od MAAE (Mezinárodní agentury pro atomovou energii) vyžádala posouzení zdravotních a psychologických následků na obyvatelích žijících v oblastech kontaminovaných radioaktivním spadem. MAAE vypracovala studii, která měla vést ke zjištění, zda existují měřitelné následky v důsledku vystavení nízkým dávkám záření. Studie byla založena na strukturovaném dotazníku a s pomocí laboratorního vybavení MAAE nasbírala data od více než 1 300 obyvatel ve 13 vesnicích. Vědečtí pracovníci MAAE došli k výsledku, že není možno prokázat žádné přímé následky na zdraví obyvatel a to jak v přímo kontaminovaných, tak v blízkých (nekontaminovaných) vesnicích. Pracovníci nicméně zaznamenali, že stupeň stresu a úzkosti u těchto obyvatel neodpovídá stupni závažnosti naměřených výsledků radioaktivní kontaminace. Mnoho obyvatel si stěžovalo na poruchy spánku, probíhala u nich zvýšená konzumace alkoholu a věřili, že stále konzumují zamořené potraviny (zejména mléko). Celkově obyvatelé nevěřili v pozitivní budoucnost a prokazovali symptomy deprese. Téměř polovina

dospělých obyvatel vesnic si nebyla jista, zda trpí nemocí způsobenou radiací. Více než 70 % obyvatel se chtělo odstěhovat a přibližně 83 % bylo přesvědčeno, že by je měla vláda přestěhovat. Výsledky průzkumu MAAE ukázaly, že obyvatelé měli být důkladně poučeni o skutečných rizicích a o tom, jaké nemoci jsou či nejsou spojeny s radioaktivní kontaminací. Tato potřeba však bohužel přesahovala možnosti jejich místní a ústřední vlády. (30)

Větší četnost psychologických následků byla pozorována u žen než u mužů. U evakuovaných žen byly zjištěny prokazatelně vyšší psychopatologické poruchy než u mužů. Některé psychosomatické a psychologické problémy, které se u evakuovaných žen projeví, zahrnují depresi, bolesti hlavy, nevolnosti, vyčerpanost, poruchy soustředění, podrážděnost, výkyvy nálad, úzkost, poruchy spánku, vysoký krevní tlak, dušnost a ztrátu libida. Tyto poruchy jsou zaznamenány ve větší míře u žen s dětmi mladšími 18 let a to zejména z toho důvodu, že důležitými faktory jsou jejich obavy

o zdraví dětí a obavy z následků vystavení se radiaci pro následující generace. K dalším významným následkům na zdraví žen patří zvýšený stres způsobený vystěhováním a náhlou změnou životních podmínek a větší pravděpodobnost domácího násilí. (30)

Černobylská havárie také ovlivnila plodnost žen. U žen ze zakázané zóny nezpůsobila radiace sterilitu, nicméně obavy z možného genetického poškození plodu vedly ke zvýšenému množství dobrovolných potratů u těhotných žen, odkládání těhotenství a zvýšenou poptávkou po prenatálním screeningu. Tento strach přetrvával i přes fakt, že u dětí narozených do jednoho roku po nehodě matkám evakuovaným z 30 kilometrové zakázané zóny, nebylo zjištěno žádné zvýšené množství vývojových vad. I nyní, 30 let po nehodě, jsou muži z černobylské oblasti více spokojeni se svými životy než ženy, i když tento fakt nelze jednoznačně přičítat jen havárii, ale i postavení žen v ukrajinské společnosti. (31)

Psychosociálními důsledky byly postiženy desetitisíce až statisíce lidí a určité strádání může pokračovat v závažné míře po mnoho let. Tyto následky nejsou v přímém vztahu s reálným ozářením, ke kterému třeba ani nedošlo, ale se subjektivním vnímáním rizika. (32)

1.2.3 Následky havárie po 10 letech

Nejzávažnějším problémem při omezování a likvidaci havárie byly zejména zdravotní následky obyvatel zasaženého území.

Postižené obyvatelstvo bylo možno rozdělit do následujících pěti skupin:

- několik set osob vystavených vysokým dávkám v průběhu havárie;
- několik tisíc osob podílejících se na likvidaci nehody a jejích následků (tzv. likvidátoři);
- zhruba sto tisíc osob evakuovaných po 36 hodinách od havárie z města Pripjat' a třicetikilometrové zóny;
- populace (zvláště děti) vystavená vysokým úrovním radioaktivního jódu v únikové fázi havárie;
- populace stále žijící v oblastech s vysokou kontaminací (zejména cesia ¹³⁷Cs).

U první skupiny osob, tedy u 499 zaměstnanců elektrárny a požárního oddílu, byla akutní nemoc z ozáření původně diagnostikována u 237 a poté potvrzena u 134 z nich. 28 osob zemřelo v důsledku ozáření v několika prvních dnech a týdnech po havárii. Během 10 následujících let zemřelo ze skupiny osob, které akutní nemoc z ozáření přežily, dalších 14 osob. (33)

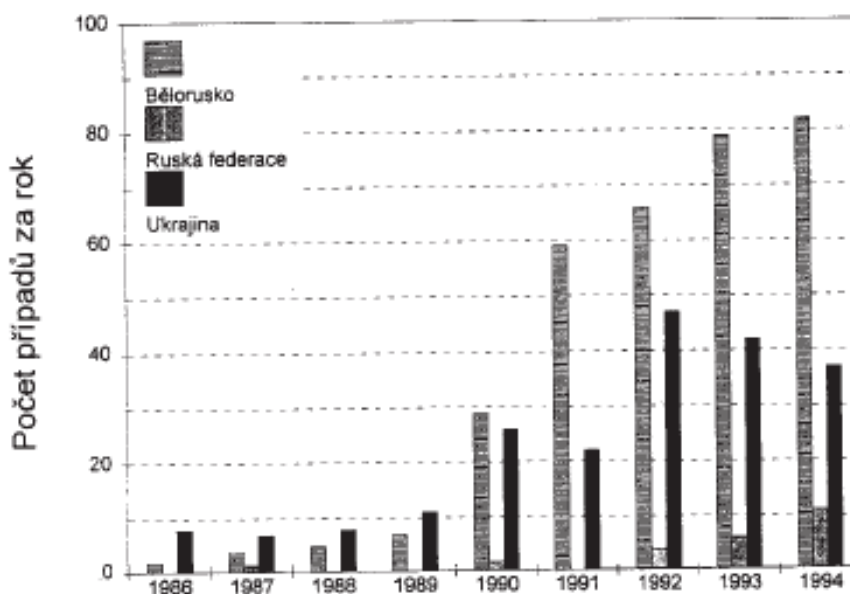
Nelze jednoznačně zhodnotit následky na osobách, které v letech 1986 – 1990 pracovaly na dekontaminaci elektrárny a jejího okolí, neboť se jednalo o zhruba 800 000 likvidátorů, kteří byli poté rozptýleni v řadě bývalých svazových republik, a tudíž neexistoval dostatek podkladů pro zhodnocení následků na jejich zdraví.

V této skupině osob se obecně vyskytovala vyšší úmrtnost než u běžné populace, nicméně se jednalo spíše o zvýšený počet násilných úmrtí, např. v důsledku sebevražd, což lze považovat za důsledek samotné havárie, nikoliv však radiačního poškození.

U osob evakuovaných ze třicetikilometrové zóny nebyl po 10 letech od havárie prokázán vyšší počet leukémií či zhoubného bujení vyjma štítné žlázy a to zejména z toho důvodu, že doba latence mezi ozářením a samotným rozvojem nádorů činí i 20-40 let. Byly zaznamenány určité odchylky mentálního vývoje u dětí, jejichž matky byly v době těhotenství ozářeny, nicméně ani toto nemohlo být pro absenci dozimetrických dat uvedeno jako jednoznačný důsledek ozáření (nebyl u nich vyjasněn

podíl sociálních a ekonomických faktorů a problémy u dětí mohly být způsobeny špatným psychickým stavem jejich matek).

Co se týká následků na populaci a zejména pak dětech vystavených vysokým úrovním radioaktivního jódu v únikové fázi havárie, byl v Bělorusku, na Ukrajině a poté i v jiných postižených částech Ruské federace, pozorován vzestup výskytu rakoviny štítné žlázy u dětí a dospívající mládeže. Tento vzestup je vidět na obrázku 3. Patologie nádorů jednoznačně prokázala souvislost s ozářením v důsledku černobylské havárie. Do konce roku 1995 bylo zaznamenáno téměř 900 případů, což znamenalo v některých oblastech až stonásobný nárůst. (33)



Obrázek 3: Výskyt rakoviny štítné žlázy u dětí v Bělorusku, části Ruské federace a na Ukrajině (33)

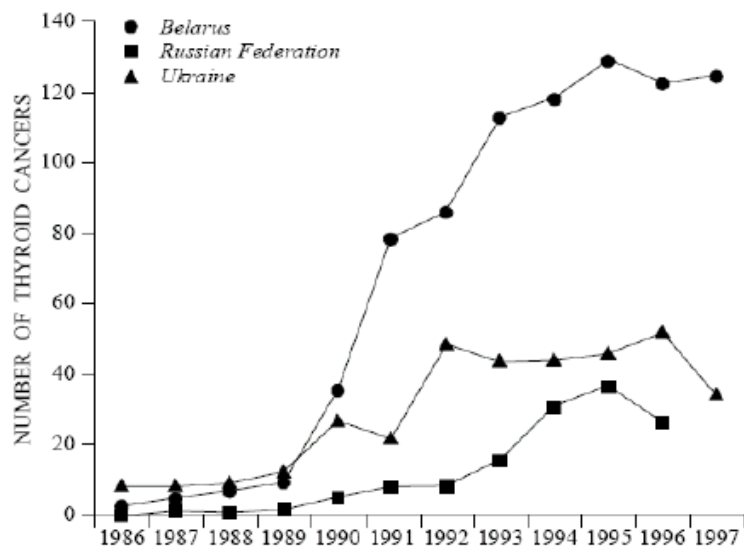
1.2.4 Následky havárie po 20 letech

Vzhledem k poměrně dlouhé době latence zhoubných nádorů indukovaných ozářením si odborníci uvědomovali nutnost vyčkat na finální statistiky následků havárie několik desítek let.

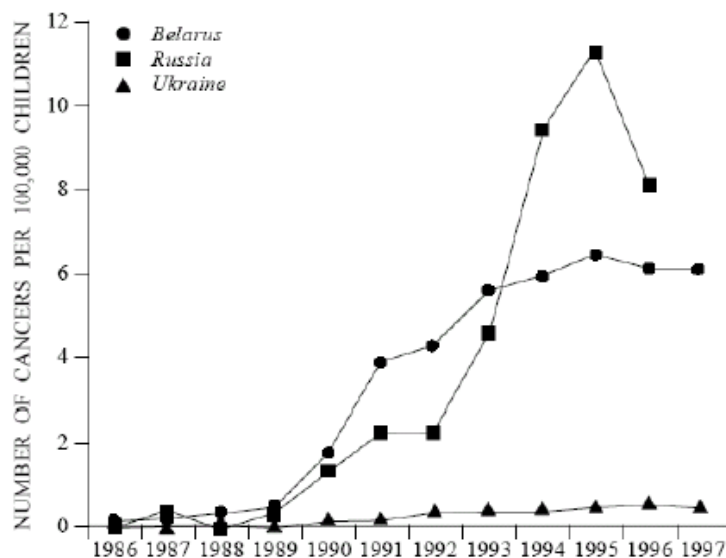
V důsledku černobylské katastrofy je možné zaznamenat u obyvatelstva především nárůst rakoviny štítné žlázy – viz obrázky 4 a 5, masivní nárůst je možné pozorovat i u jiných druhů nádorů a u mnoha jiných nezhoubných onemocnění. V Gomelské oblasti se třikrát zvýšil počet diabetiků u mládeže ve srovnání s obdobím před katastrofou a taktéž se zde mezi roky 1989 až 1999 výrazně zvýšilo množství onemocnění všemi typy rakoviny. V této době se zvýšil počet případů rakoviny z 241 na 346 na 100 000 osob, tzn. z nejnižší úrovně výskytu rakoviny na nejvyšší v celém Bělorusku. Největší nárůst nádorových onemocnění se objevil právě v těch oblastech, které byly nejsilněji zatíženy radiací. (16, 34)

U mužů postihovaly nádory nejčastěji plíce, žaludek, kůži a prostatu, u žen to byly především nádory prsu, dělohy, žaludku a kůže. U rakoviny prsu u žen se v Gomelské oblasti počet onemocnění do roku 2005 ve srovnání s obdobím před rokem 1988 zdvojnásobil. Věk žen, které tato nemoc postihuje, se stále snižuje. Byl zde také – podle údajů z příslušných klinik – zaznamenán u dětí i u dospělých nárůst u leukémie o cca 50 % ve srovnání s obdobím před katastrofou. (34)

Jen na ukrajinské části evakuovaného území žilo před havárií více než 110 000 lidí. Bylo zde 96 vesnic a městečka Pripjat' a Černobyl. 20 let po havárii zde poslední dny dožívalo celkem 340 lidí v 12 vesnicích. V některých vesnicích stále žili lidé přesto, že byly zamořeny radioaktivním cesiem ^{137}Cs více než 1,48 TBq na km^2 (podle západních standardů by obec měla být evakuována při zamoření větším než 185 GBq). (32)



Obrázek 4: Rakoviny štítné žlázy u dětí v letech 1986 – 1997 (32)



Obrázek 5: Počet případů výskytu rakoviny štítné žlázy u dětí v letech 1986 – 1997 na 100 000 dětí (32)

1.3 Následky v tehdejší ČSSR

Bezprostředně po havárii započalo na území ČSSR intenzivní měření radioaktivity a později byla podniknuta řada opatření v oblasti zdravotní prevence, která jsou i s odstupem 30 let hodnocena jako adekvátní situaci a dostačující.

V tehdejší Československu byl v době černobylské havárie státní dozor nad radiační ochranou v kompetenci ministerstev zdravotnictví České republiky a Slovenské republiky a byl realizován činností hlavních hygieniků obou republik a krajských hygieniků. (35)

V rámci Směrnice o zásadách při radiační havárii jaderné elektrárny, kterou v únoru 1986 schválila Vládní havarijní komise ČSSR, byla pozornost věnována shromažďování a vyhodnocování výsledků měření a dalších informací v následujících oblastech (14):

- monitorování radiační situace na území Československa;
- sledování obsahu radionuklidů v potravinách;
- speciální sledování obsahu radionuklidů v dětské mléčné výživě;
- odhad povrchové kontaminace území ČSSR v důsledku černobylské havárie;
- vnitřní kontaminace obyvatelstva stanovená celotělovým měřením;
- odhad efektivního dávkového ekvivalentu od zevního ozáření a úvazku efektivního dávkového ekvivalentu od vnitřního ozáření;
- výskyt radioizotopů cesia v přírodních ekosystémech;
- využití výsledků po havárii monitorování k ověřování modelu šíření;
- srovnání vlivu černobylské havárie s vlivem zkoušek jaderných zbraní;
- opatření na ochranu obyvatelstva po černobylské havárii;
- posouzení zdravotních následků černobylské havárie.

1.3.1 Kontaminace území ČSSR

První signály o příchodu kontaminace na naše území zachytily v průběhu noci z 29. na 30. dubna 1986, stejně jako v jiných zemích, jaderné elektrárny v rámci prováděných dozimetrických kontrol organizovaných ke zjištění stupně kontaminace. (36) V ranních hodinách započalo měření i na některých odborech hygieny záření KHS (Krajských hygienických stanic) a v Centru hygieny záření IHE (Institut hygieny a epidemiologie), které bylo pověřeno sběrem dat o radiační situaci.

Byly zaznamenány celkem tři významné průchody, první v noci z 29. na 30. dubna 1986, druhý 3. až 4. května 1986 a třetí 7. května 1986. (37)

V aerosolech bylo identifikováno až 20 různých radionuklidů, přitom typické 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 Bq/m^3 . Aktivita v ovzduší výrazně poklesla po přechodu posledních kontaminovaných mas po 10. květnu 1986. Nehomogenita v kontaminaci území byla důsledkem zejména nerovnoměrných srážek při přechodu jednotlivých vzdušných mas.

Zatímco např. přímé zevní ozáření z přechodu „radioaktivního mraku“ bylo zanedbatelné (lze ho výpočtem odhadnout na méně než 0,001 mSv), ozáření ze spadu bylo významnější. Krátkodobě došlo ke zvýšení příkonu dávkového ekvivalentu na několiknásobek přírodního pozadí, a toto zvýšení bylo běžnými prostředky měřitelné v časovém horizontu několika týdnů. (37)

Některé rozsáhlejší přírodní ekosystémy u nás byly zasaženy vyšším spadem, jelikož v době přechodu kontaminovaných vzdušných mas přes dané území přišlo. Jedná se zejména o Jeseníky a Šumavu. Při prvním celostátním průzkumu kontaminace půdy nebyla Šumava dostatečně zmapována, protože se jednalo o v té době nepřístupné hraniční pásmo. Začátkem devadesátých let pak bylo mapování doplněno podrobným leteckým i pozemním monitorováním a byla tak nalezena místa (např. okolí Prášil) s plošnou aktivitou rovnou zatím nejvyšším hodnotám na Opavsku. (38)

Průměrná efektivní dávka od zevního ozáření ze spadu v ČSSR byla v roce 1986 odhadnuta na ~ 0,05 mSv (za zbývajících období lidského života cca 70 let (1986 - 2056) z modelu přibližně na 0,28 mSv). (39)

Na základě měření aktivity radionuklidů v ovzduší a ve spadu a měření dávkových příkonů byly nejdříve provedeny odhady dávek obyvatelstvu a predikce jejich časového vývoje. Dávky byly odhadovány značně konzervativně, přesto ležely hluboko pod hodnotami, pro něž byly v citovaných mezinárodních i československých dokumentech doporučovány protipatření. (37)

S vývojem situace byla stále větší pozornost věnována omezování průniku radioaktivních látek do potravin. Nejvýznamnější kontaminace jodem ^{131}I se očekávala u mléka a čerstvé listové zeleniny. Nejprve byla přijata některá preventivní opatření v krmení dojníc, kde bylo doporučeno krmení suchým krmivem. Dále pak probíhalo

sledování obsahu radionuklidů v mléce a mléčných produktech, jelikož tyto produkty byly nejvýznamnějším zdrojem jodu ^{131}I , cesia ^{137}Cs a cesia ^{134}Cs pro obyvatelstvo. Hlavní pozornost byla zaměřena na 25 vybraných mlékáren, geograficky rovnoměrně rozložených po území ČSSR. (37)

Podle doporučení porady expertů Regionální úřadovny pro Evropu Světové zdravotnické organizace se mělo vyřadit mléko s objemovou aktivitou nad 2 000 Bq/l. Vzhledem k tomu, že u nás se v mléce vyskytovaly hodnoty nižší a navíc v tuto dobu byla nadprodukce mléka, bylo vyřazeno z přímé konzumace mléko s objemovou aktivitou jodu ^{131}I vyšší než 1 000 Bq/l (20). Produkce těchto mlékáren pokrývala 30 % veškeré přímé spotřeby mléka. Aktivita jodu ^{131}I v mléce z mlékáren po 15. květnu 1986 již na žádném místě nepřesáhla zásahovou úroveň 1 000 Bq/l a mléko ze zvolených mlékáren bylo dostatečně reprezentativní pro celý stát. Obsah cesia ^{137}Cs ve vzorcích mléka z vybraných mlékáren je sledován dodnes. (14)

Dále byla přijata opatření ke snížení obsahu radionuklidů v dětské mléčné výživě, kde byly změněny svozové oblasti mléka a výroba přesunuta, čímž se podařilo snížit obsah radionuklidů 3 až 6 krát. Mléko s vyšším obsahem jodu ^{131}I bylo možno použít na výrobky, které se používají později, např. na výrobu dlouho zrajících sýrů. Vyšší objemová aktivita jodu ^{131}I se nacházela v ovčím mléce, proto byla na Slovensku vydána pastevcům ovcí v Nízkých Tatrách profylaxe. (39)

Vedle sledování obsahu radionuklidů v mléce v síti vybraných mlékáren, byl v květnu a červnu 1986 proveden celostátní sběr vzorků mléka ze všech mlékárenských závodů (186 závodů České socialistické republiky, 71 závodů Slovenské socialistické republiky) do jediné laboratoře, kde byly vzorky zpracovány a vyhodnoceny. (40)

Z dalších potravin byly sledovány ty, které jsou z hlediska spotřeby obyvatelstvem nejvýznamnější, tj. kromě mléka zejména maso, dále obilniny, zelenina, ovoce. Kulminace obsahu cesia ^{137}Cs v potravinách se očekávala později a podle předpokladů se měla projevit kromě mléka především v mase. Jako opatření byla vzhledem k naměřeným hodnotám provedena jen regulace spotřeby zvěřiny.

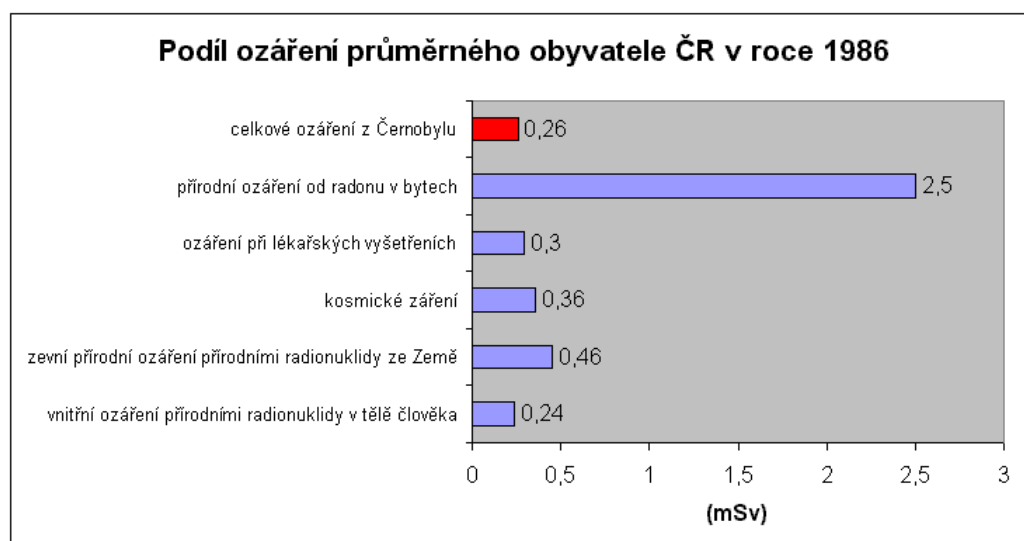
Hmotnostní aktivity jodu ^{131}I u listové zeleniny (salát, špenát, pórek), případně u jarních sušených léčivých rostlin se v prvních dnech pohybovaly v řádu

až tisíců Bq/kg, v ovoci a kořenové zelenině se díky poločas rozpadu, což je časový úsek, během něhož se původní aktivita radioaktivního nuklidu zmenší na jednu polovinu (20) a vegetačnímu období kontaminace jodem ^{131}I projevila minimálně. Kontaminace ovoce a zeleniny cesiem se v roce 1986 pohybovala v rozpětí jednotek až desítek Bq/kg (výjimečně stovek u rybízu), kontaminace obilnin ve sklizni 1986 v rozmezí jednotek až desítek Bq/kg. (39)

Byla přijímaná i další, méně významná opatření, jako kropení ulic, nebo doporučení při výměně filtrů ve velkých ventilačních zařízeních. Přechodně byla zastavena výroba léků z čerstvých hovězích štítných žláz. (14)

Odhad průměrné efektivní dávky obyvatelstvu byl odhadnut pro rok 1986 na 0,6 mSv, konzervativní predikce celkové efektivní dávky byla 0,8 mSv. Na základě měření byly odhady postupně upřesňovány; současný odhad dávky za r. 1986 je 0,26 mSv, což je asi desetina dávky obdržené průměrným našim občanem z tzv. přírodního radioaktivního pozadí za rok, což je patrné z obrázku 6. (42)

V dalších letech se roční dávky našim občanům z radionuklidů uvolněných při černobylské havárii dále snižovaly. 20 let po Černobylské havárii se odhaduje průměrná efektivní dávka v důsledku této havárie na 0,5 mSv. (14)



Obrázek 6: Podíl ozáření (v mSv) průměrného obyvatele ČR v roce 1986 (42)

1.3.2 Informovanost obyvatelstva o černobylské havárii

Zásadním faktem je skutečnost, že tehdejší československé úřady o nehodě záměrně dostatečně neinformovaly a její rozsah bagatelizovaly – havárie byla prezentována jako běžná porucha. Občanům byly oficiálně předkládány informace, že žádné radioaktivní zamoření na československém území zjištěno nebylo. Sovětské úřady nejprve výbuch jaderné elektrárny zamlčovaly, neboť se domnívaly, že i takto závažnou událost dokážou před světovými médii utajit. První oficiální zjištění a upozornění na zvýšenou radioaktivitu nepřišlo tedy z východu, ale ze Švédska, kdy švédská jaderná elektrárna Forsmark zaznamenala zvýšenou radioaktivitu a publikovala detailní popis radioaktivního spadu. V té době již uplynulo více než 40 hodin od katastrofy. (43)

Tlak ze strany západních médií dotlačil Sovětský svaz k vysvětlení situace. Dne 28. dubna 1985 v osm hodin večer, tedy až dva dny po havárii, byla SSSR donucena vypustit strohou zprávu pro večerní zpravodajství, kterou převzala Československá televize, a odvysílala ji o den později v nočních zprávách společně s Československým rozhlasem. Rudé právo o katastrofě informovalo až 30. dubna 1986. Drobná zmínka byla publikována až na sedmé straně, nicméně nikterak nevysvětlovala situaci o tom, co se v Černobyli stalo, a odvolávala se pouze na informace Rady ministrů SSSR. (44)

Mezi lidmi se šířily různé poplašné zprávy a vláda ČSSR proto uznala za vhodné, následující den, a tentokrát již na titulní straně oznámit, že žádné zvýšení radioaktivity nebylo zaznamenáno a že není třeba přijímat žádná zvláštní opatření.

Banalitu nehody měly podpořit i tradiční masové oslavy 1. máje a cyklistický Závod míru, který se tehdy výjimečně konal právě v Kyjevě. Uklidnit československé občany měl i televizní přenos, kde vystoupil sovětský expert Velichov s ujištěním, že černobylská havárie je pouhým bezvýznamným incidentem ve srovnání s jadernou hrozbou útočící ze západu. (43)

Od té doby nastalo informační vakuum a až deset dní po nehodě promluvila ve vysílání Československého rozhlasu vrchní hygienička. Přiznala, že naměřené hodnoty jsou sice vyšší, než bývá obvyklý stav a v rozporu s první zprávou připustila,

že v prvních dnech bylo zaznamenáno zvýšení radioaktivních látek. Doktorka Zusková své vystoupení ukončila slovy: „Občané nám musí věřit“. Nicméně občané vládě nedůvěřovali a sháněli informace, kde se dalo, především pak v západních médiích.

Zanedlouho však Evropa a následně celý svět viděl černobylskou hrozbu všude. V prvních dnech po havárii západní média informovala o stovce mrtvých přímo z havárie, dvou tisících mrtvých ozáření a o nebezpečné radioaktivitě, která kontaminovala celou Evropu. Těchto fakt se rázem chopil komunistický režim a následně všechny články, které v souvislosti s černobylskou katastrofou publikoval, obsahovaly titulky jako „Západní hysterie“, „Protisovětská kampaň“, „Západ rozpoutal nebezpečnou psychózu“ nebo „Pomlouvачné výmysly“. (44)

Občané Československa tedy stáli mezi dvěma naprosto odlišnými informacemi a nevěděli, jak se zachovat. Není proto divu, že z této bagatelizace situace a naprosté neinformovanosti se v prvních týdnech objevilo několik případů předávkování jodovými preparáty, poruchy spánku a soustředění a další emotivní reakce občanů, jakými byly nejistota a v některých případech i neovladatelné obavy.

Informování o možných zdravotních potížích bylo nedostatečné, informace o tom, co se děje, byly zpožděné. Lidé neměli možnost naplňovat své základní právo ochránit své zdraví, i kdyby se později ukázalo, že bylo vše hypotetické. Pro občany Československa tak černobylská katastrofa představovala jen další zradu ze strany systému, a tím se jen prohloubila jejich nedůvěra v komunistický režim.

Mnoho respondentů v polistopadových šetřeních mapující veřejné mínění, respektive vztah obyvatelstva k režimu za socialismu, vzpomnělo na černobylskou havárii a v souvislosti s ní na neinformování obyvatelstva československými stranickými a státními orgány. Většina z oslovených pak také uvedla tuto okolnost jako jeden z důležitých momentů k pochování zbytků důvěry v reformování systému v duchu tehdy módních proklamací. (43)

1.4 Současný stav okolí jaderné elektrárny

Přestože černobylská havárie byla bezesporu jednou z největších tragédií v historii jaderné energetiky, ukazuje se, že na okolní krajinu neměla pouze dopad devastační,

ale překvapivě vytvořila i nový přírodní unikát – lidmi nedotčenou divočinu, která by se mohla za určitých podmínek stát atraktivní pro turisty z celého světa. Celý region by pak mohl alespoň částečně kompenzovat otřesné důsledky jaderného výbuchu finančním ziskem z turistického ruchu.

1.4.1 Černobylská příroda

Příroda v době havárie nemohla být připravena na takové prudké zvýšení radiace, k jakému došlo, nicméně po několika desítkách let od katastrofy se zdá, že příroda se s havárií vyrovnala překvapivě dobře.

V zakázané zóně se začalo vyskytovat mnoho druhů živočichů, z nichž řada se zde před havárií již nevyskytovala. Na pripjatském sídlišti rostou stromy a keře a bývalé vzorové sovětské město se pomalu mění v džungli. Ionizující záření tedy nemá na vegetaci žádný viditelný vliv. Zvířata mají v sobě velké množství izotopu cesia ^{137}Cs získaného z potravy, nicméně je neuvěřitelné, že tato zvířata vypadají velice zdravě, zůstávají na živu a rozmnožují se. Případů rakoviny u zvířat je méně, než se předpokládalo, ukázalo se totiž, že průměrná délka života zvířat je příliš krátká, než aby u nich došlo k tvorbě nádorů. (45)

Na základě výsledků výzkumu bylo prokázáno, že množství radionuklidů přítomných v jednotlivých zvířatech se podstatně lišilo dokonce i u jednotlivých druhů žijících ve stejné oblasti. Nejradioaktivnějším druhem živočicha byl hraboš rudý, nejméně radioaktivní myšice malooké a rejsci. Přesto, že hraboši měli nejvyšší radiační zátěž, byli nejběžněji se vyskytujícím se druhem savce v nejzamořenějších regionech.

Před havárií zde lesníci používali vysoké dávky chemických prostředků, taktéž zemědělci používali velké množství hnojiv, pesticidů a fungicidů, avšak v květnu 1986 se přísun těchto chemikálií náhle zastavil, což mělo na krajinu příznivé důsledky.

Živočichové, rostliny a celý ekosystém se začal vyvíjet nezávisle a přirozeně a v současnosti je bohatší než v dobách, kdy zde žili lidé. Dlouhodobým pozorováním se zjistilo, že se v černobylské zóně usadilo mnoho živočichů, z nichž někteří jsou uvedeny jak v ukrajinské, tak světové červené knize ohrožených druhů. V černobylské zóně se usadilo například 14 druhů netopýrů, orli mořští, čápi černí, jeřábi, lasičky,

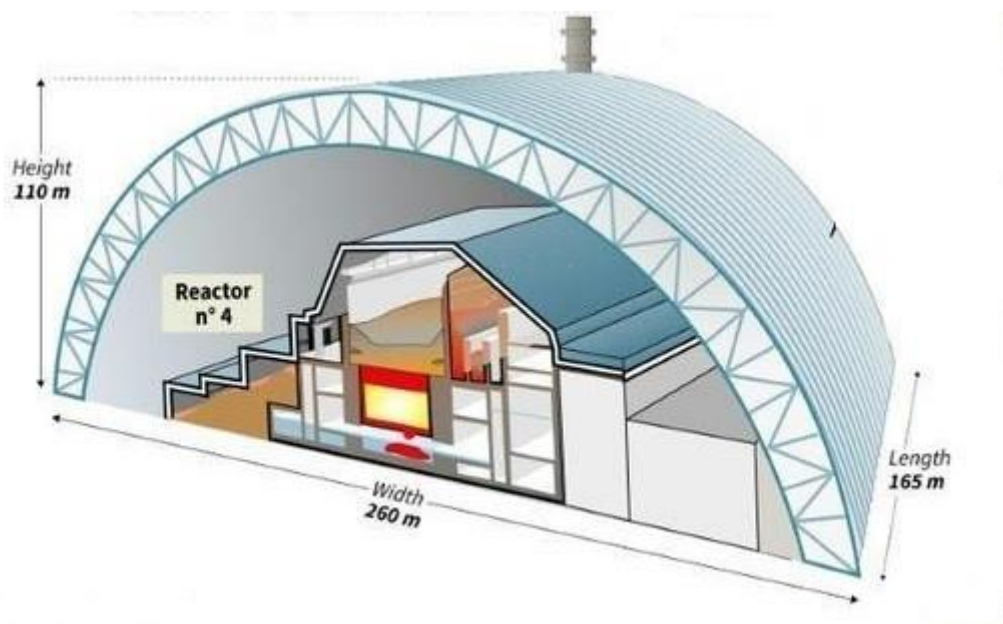
ježci, zajáci, vydry říční, bobři, ryši. Z těch větších zvířat pak třeba losi, jeleni, srnky, vlci, psíci mývalovití, divoká prasata, lišky, nebo i koně Převalského, kteří sem byly přivezeny po černobylské havárii v devadesátých letech minulého století. (45)

1.4.2 Vybudování nového sarkofágu

Dne 15. prosince 2000 byl odstaven poslední reaktor elektrárny na nátlak západoevropských zemí, a to především z psychologických důvodů. (46)

Ze starého betonového sarkofágu, který byl budován od května do listopadu 1986, hrozil únik radiace, a proto bylo nutno přistoupit k stavbě sarkofágu nového, který má umožnit dlouhodobé hermetické a bezpečné uzavření starého sarkofágu po dobu minimálně dalších sto let.(47) Financování této stavby je zajištěno ze speciálního účtu u Evropské banky z Evropské unie, na který přispívá 28 evropských zemí. Celkově budou práce na zajištění výstavby a samotné vybudování potřebovat 2,15 miliard Euro a z investice do samotného nového sarkofágu vyžaduje 1,5 miliard Euro. (45)

Sarkofág má tvar velkého oblouku o výšce 110 m, délce 165 m a šířce 260 m, jak je znázorněno na obrázku 7. Celá konstrukce váží 30 000 tun. (48)



Obrázek 7: Grafické znázornění nového sarkofágu (49)

Přípravné práce začaly již koncem roku 2010 a budování základů pro něj bylo zahájeno v roce 2011. Práce na samotné konstrukci začala v únoru 2012. Pro zajištění bezpečnosti pracovníků byla celá oblast dekontaminována a vyčištěna a v připravovaném místě byla odtěžena zemina až do hloubky několika metrů. I tak mohli pracovníci pobývat na staveništi pouze polovinu pracovních dní v měsíci. Pokud pracovali na základech nového sarkofágu v blízkosti sarkofágu starého, měli povoleno zde pobývat maximálně dvě až tři hodiny denně. (50)

Ventilační komín byl značně kontaminován a jeho odstranění proběhlo v listopadu a prosinci 2013. Nový ventilační komín byl instalován již v listopadu 2011, jeho výška je jen 50 m a průměr 6 m.

Nový sarkofág se budoval postupně, na dvě etapy. V červenci 2015 se dokončila druhá část sarkofágu a obě poloviny se spojily. Po úplném dokončení se po kolejích přesune nad starý sarkofág, který bude hermeticky uzavřen a velmi efektivním systémem ventilace zajistí znemožnění úniku radioaktivních látek. Uvnitř budou nainstalovány jeřáby a vybudovány dílny a laboratoře, které starý sarkofág a poté i zničený reaktor umožní rozebrat a zlikvidovat. Kompletní dokončení sarkofágu by mělo proběhnout v listopadu 2017. (50)

Po dokončení výstavby sarkofágu, kdy areál elektrárny již nebude hrozbou, bude možno začít rekonstruovat zasažené oblasti a umisťovat vyhořelé palivo z prvních tří bloků elektrárny v suchém meziskladu. Značná část zasažených území na Ukrajině a v Bělorusku by se poté mohla stát jedním z nejvýznamnějších chráněných parků Evropy.

Černobyl znamenal konec etapy, kdy se jaderná energetika v jednotlivých regionech vyvíjela izolovaně, ale taktéž znamenal začátek cesty k mezinárodnímu sdílení zkušeností mezi všemi členy jaderné komunity. Havárie především zjevně ukázala, že otázky jaderné bezpečnosti přesahují hranice států. (51)

2 Hypotézy a metodika výzkumu

2.1 Hypotézy

Pro potřeby diplomové práce byly stanoveny následující hypotézy:

Hypotéza 1: Teoretické rozdělení znalostí obyvatelstva bude mít normální rozdělení.

Hypotéza 2: Osoby starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti než osoby mladší.

2.2 Metodika výzkumu

Pro vypracování teoretické části diplomové práce bylo použito rozsáhlé množství informací nejen z dostupné odborné, jak české, tak zahraniční literatury a internetových zdrojů, ale také z relevantních pramenů, které se týkají dané problematiky. Jedná se především o Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB) a Státní ústav radiální ochrany (SÚRO).

Při zpracování výzkumné části diplomové práce jsem provedl sběr dat mezi obyvateli Jihočeského kraje v rámci dotazníkového šetření, které proběhlo v měsíci únoru a březnu roku 2016. Dotazník ve formě testu obsahoval 15 otázek, každá otázka měla 4 možné odpovědi, z nichž správná odpověď byla vždy pouze jedna. První otázka byla informativního charakteru z důvodu rozdělení oslovených respondentů do příslušné věkové kategorie. Každá správná odpověď byla ohodnocena jedním bodem, tudíž maximální počet možných získaných bodů byl 14.

Pro dotazníkové šetření jsem si Jihočeský kraj rozdělil dle okresů (České Budějovice, Český Krumlov, Jindřichův Hradec, Prachatice, Tábor, Strakonice, Písek). Výběr jednotlivých měst v rámci dotazníkového šetření byl proveden prostřednictvím náhodného výběru a to losováním. Celkem bylo vyplněno 280 dotazníků, z toho 140 dotazníků bylo vyplněno respondenty mladšími 45 let a 140 dotazníků respondenty staršími 45 let. Z těchto vyplněných dotazníků jsem náhodně vybral losováním z každé věkové skupiny 100 dotazníků. Výsledky jsem převedl do elektronické podoby, vyhodnotil a vložil do přehledných tabulek.

Test stanovených hypotéz a statistické vyhodnocení je provedeno pomocí deskriptivní a matematické statistiky.

2.2.1 Metody deskriptivní statistiky

Deskriptivní statistika je také označována jako statistika popisná a zabývá se popisem stavu nebo vývojem hromadných jevů. Základními metodami deskriptivní statistiky jsou formulace statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování. (52)

Formulace statistického šetření

Podstatou formulace statistického šetření je vymezení základních statistických pojmů (53):

- hromadný náhodný jev (HNJ);
- statistická jednotka (SJ);
- statistický znak (SZ);
- hodnoty statistického znaku (HSZ);
- základní statistický soubor a jeho rozsah (ZSS);
- náhodný výběr (NV);
- výběrový statistický soubor a jeho rozsah (VSS).

Škálování a měření

Pro škálování jsem využil kvantitativní metrickou škálu. Počet k (prvků škály) byl vypočítán pomocí Sturgesova pravidla $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$, kde n je rozsah výběrového statistického souboru.

Výsledky měření jsou vyjádřeny v údajích znázorňujících hodnoty statistického znaku HSZ. Jedná se o údaje o prvcích škály, absolutní, relativní a kumulativní četnosti. Výstupem měření je zápis s počty statistických jednotek v rámci jednotlivých prvků škály.

Elementární statistické zpracování

Pomocí elementárního statistického zpracování lze výsledky přiřadit do jednotlivých škál, zapsat do tabulky a následně vyjádřit graficky (formou polygonu) a parametrizovat vhodnými empirickými parametry. (54)

V této práci je zpracována tabulka 5 s výsledky měření. Tabulka obsahuje osm sloupců, z toho poslední čtyři jsou pomocné součiny, které jsou nutné pro výpočty empirických parametrů.

1 sloupec	x_i	prvky škály
2 sloupec	n_i	absolutní četnosti prvků škály
3 sloupec	n_i/n	relativní četnosti prvků škály
4 sloupec	$\Sigma n_i/n$	kumulativní četnosti

Další čtyři sloupce tabulky obsahují pomocné součiny pro výpočet empirických parametrů:

5 sloupec	$x_i n_i$
6 sloupec	$x_i^2 n_i$
7 sloupec	$x_i^3 n_i$
8 sloupec	$x_i^4 n_i$

Empirické rozdělení četnosti

Jsou zde v rámci elementárního statistického zpracování použity dva druhy grafického empirického rozdělení četností. V prvním typu budou prvkům škály x_i přiřazeny odpovídající absolutní četnosti n_i . V druhém budou prvkům škály x_i přiřazeny odpovídající kumulativní četnosti $\Sigma n_i/n$. Vzniklé křivky po spojení vynesných bodů jsou nazývány polygonem absolutních četností a polygonem kumulativních četností.

Empirické parametry

Empirické parametry popisují a charakterizují statistický soubor. V této části jsou vyjádřeny obecné momenty, centrální momenty a normované momenty. Písmenem x je označen sledovaný statistický znak, symbolem x_i jsou označeny prvky škály statistického znaku, n_i značí absolutní četnosti a n označuje rozsah statistického souboru. (55) Dle vlastnosti statistického souboru, kterou vystihují, jsem v práci použil:

Parametr polohy

Aritmetický průměr, obecný moment prvního řádu a určuje parametr polohy empirického rozdělení četností.

$$O_1 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i$$

Parametr variability/proměnlivosti

Empirický rozptyl, centrální moment druhého řádu a určuje parametr proměnlivosti.

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

Směrodatná odchylka

Odmocnina rozptylu, která informuje o výpovědní hodnotě aritmetického průměru.

$$S_x = \sqrt{C_2}$$

Parametr šikmosti

Koeficient šikmosti, normovaný moment třetího řádu, který určuje parametr šikmosti a vyjadřuje koncentraci prvků škály na obou stranách od aritmetického průměru.

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2 \sqrt{C_2}}$$

Parametr špičatosti

Koeficient špičatosti, normovaný moment čtvrtého řádu, který určuje parametr špičatosti a vyjadřuje míru špičatosti rozdělení prvků škály.

$$N_4 = \frac{C_4}{C_2^2}$$

Vyjádření centrálních momentů prostřednictvím momentů obecných

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

$$C_3 = O_3 - 3O_2O_1 + 2O_1^3$$

$$C_4 = O_4 - 4O_3O_1 + 6O_2O_1^2 - 3O_1^4$$

Vyjádření normovaných momentů pomocí centrálních momentů

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2\sqrt{C_2}}$$

$$N_4 = \frac{C_4}{C_2^2}$$

Exces

Exces srovnává špičatost empirického rozdělení se špičatostí známého normovaného normálního rozdělení.

$$\text{exces} = N_4 - 3$$

2.2.2 Metody matematické statistiky

Druhou částí statistického šetření je aplikace metod matematické statistiky. Matematická statistika vyjadřuje výsledky deskriptivní statistiky koncepty, odvozenými z teorie pravděpodobnosti a dále pak takto získané pravděpodobnostní koncepty zpracovává pomocí matematických metod. (56)

Neparametrické testování

Neparametrickým testováním se zjišťuje, je-li možné nahradit empirické rozdělení rozdělením teoretickým. (53)

Pomocí této metody matematické statistiky jsem ověřil zvolené hypotézy. Nejprve jsem provedl intervalové rozdělení četností a použil 7 shodně dlouhých intervalů. Následně jsem provedl testování normality. Postup spočívá ve výpočtu integrálů (výpočet jednotlivých ploch pod křivkou za pomoci zavedení proměnné u), použití primitivní funkce $F(u)$, kdy data jsou získána ze statistických tabulek a následně použití χ^2 -testu dobré shody. Pro porovnání statistického rozdílu je nutné vypočítat χ^2_{exp} a χ^2_{teor} .

$$\chi^2_{\text{exp}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

Parametrické testování

Pro porovnání znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu jsem využil dvojvýběrové parametrické testování a konkrétně dvojvýběrový t-test.

Pro jeho výpočet bude použit vztah:

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

$$W = \left(-\infty; -t_{n_1+n_2-2} \left(\frac{\alpha}{2} \right) \right) \cup \left(t_{n_1+n_2-2} \left(\frac{\alpha}{2} \right); \infty \right)$$

3 Výsledky

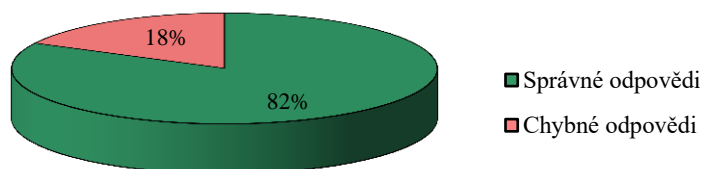
V následující kapitole jsou uvedeny výsledky dotazníkového šetření, které jsou rozděleny dle konkrétních otázek a jejich následné statistické a grafické zpracování - viz graf 1 až graf 28. Správné odpovědi jsou zvýrazněny tučným písmem.

3.1 Výsledky dotazníkového šetření

První otázka je informativního charakteru z důvodu rozdělení oslovených respondentů do příslušné věkové kategorie, proto jí zde neuvádím.

Otázka č. 2 V jakém roce došlo k havárii jaderné elektrárny Černobyl:

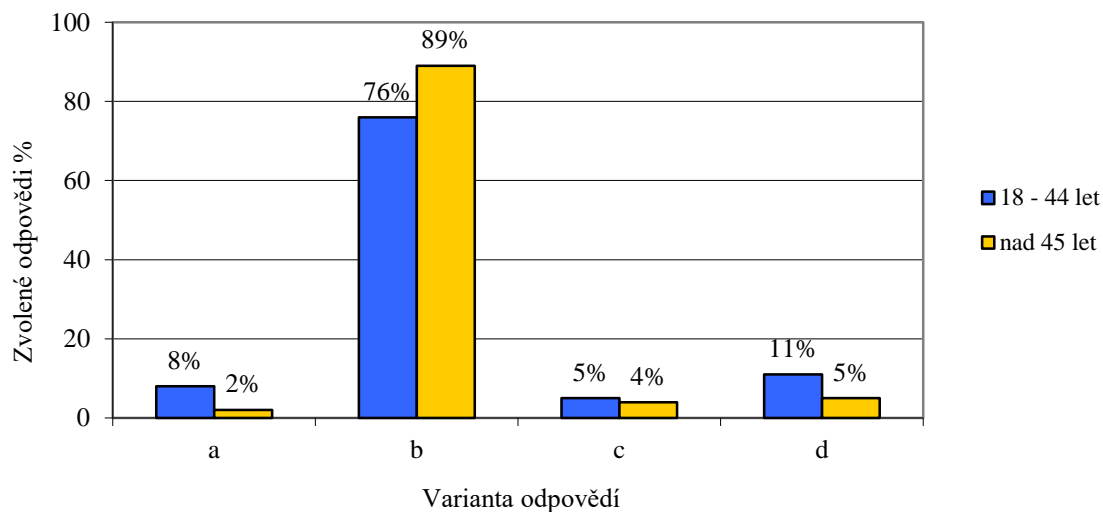
- a) 1982
- b) 1986**
- c) 1991
- d) 1996



Graf 1 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 2

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 2 odpovědělo správně 165 respondentů, z toho 76 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 89 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 35 respondentů z obou věkových skupin.

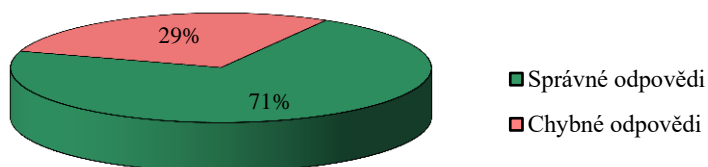


Graf 2 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 2

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 3 V jakém nynějším státě došlo k této havárii:

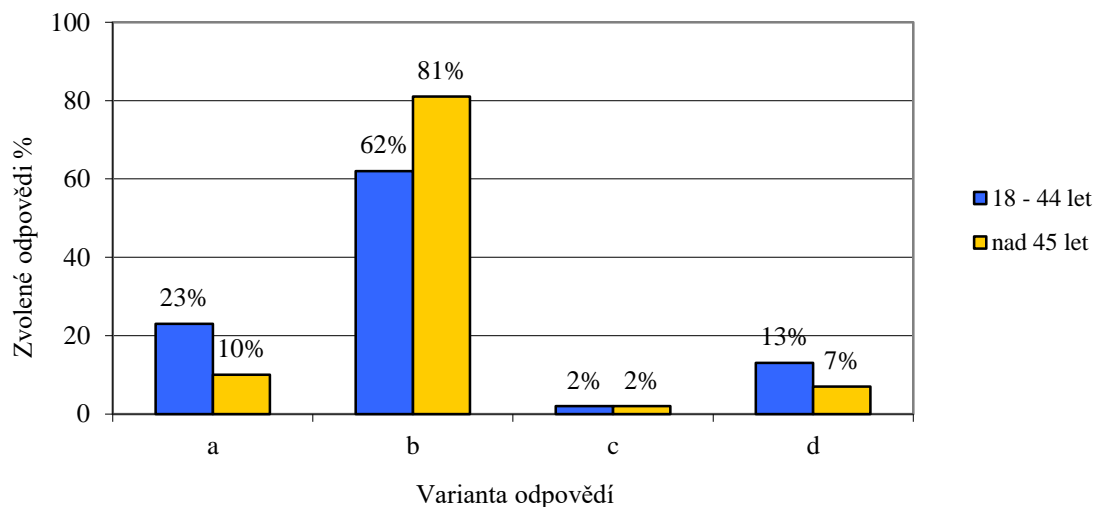
- a) Bělorusko
- b) Ukrajina**
- c) Estonsko
- d) Rusko



Graf 3 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 3

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 3 odpovědělo správně 143 respondentů, z toho 62 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 81 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 57 respondentů z obou věkových skupin.

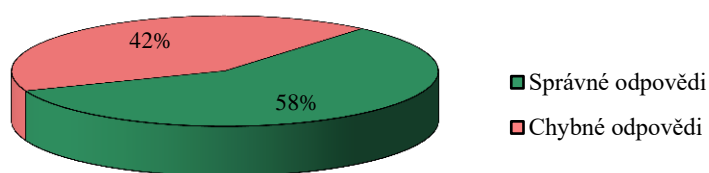


Graf 4 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 3

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 4 Co bylo primární příčinou vzniku havárie:

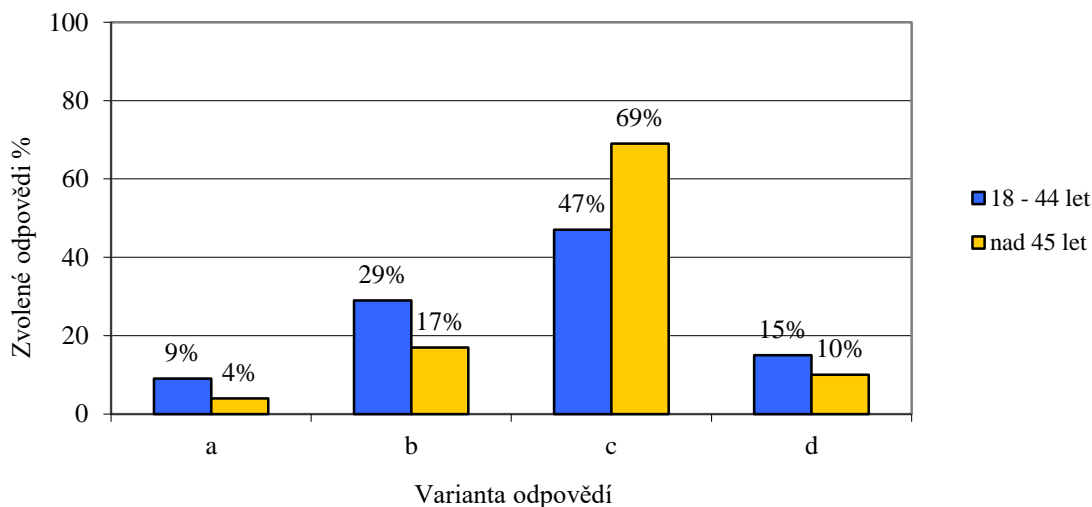
- a) přírodní vlivy
- b) technická závada na reaktoru
- c) nepodařený experiment**
- d) technická závada na chladicím systému



Graf 5 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 4

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 4 zodpovědělo správně 116 respondentů, z toho 47 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 69 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 84 respondentů z obou věkových skupin.

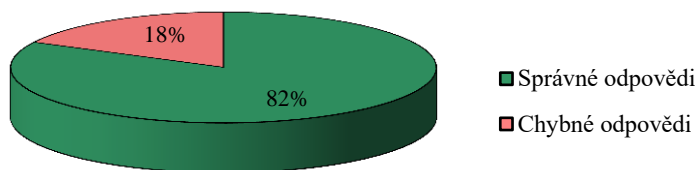


Graf 6 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 4

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 5 Jakou část světa zasáhl radioaktivní spad z havárie v Černobylu:

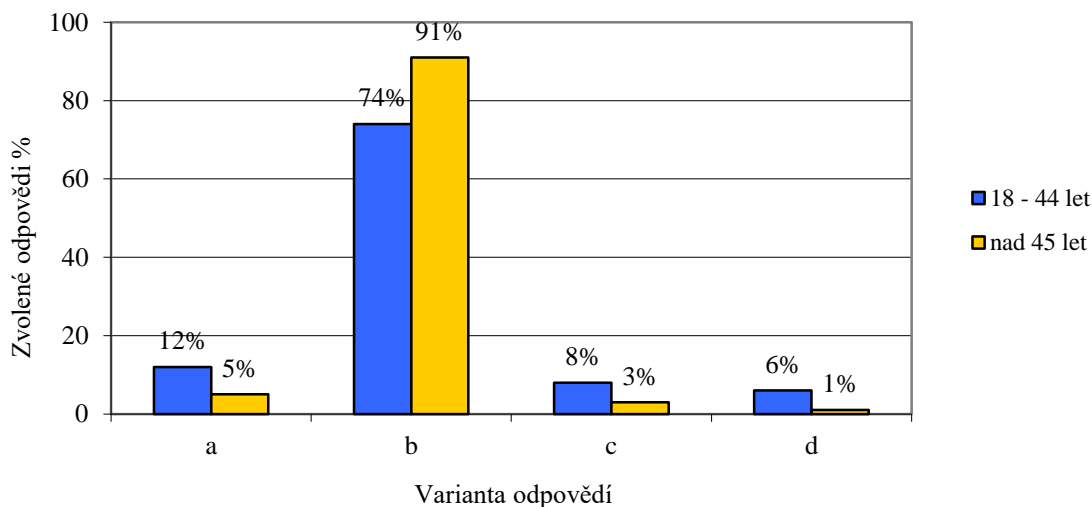
- a) Evropu
- b) Evropu a Asii**
- c) Evropu, Asii a část Afriky
- d) Severní Ameriku



Graf 7 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 5

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 5 odpovědělo správně 165 respondentů, z toho 74 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 91 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 35 respondentů z obou věkových skupin.



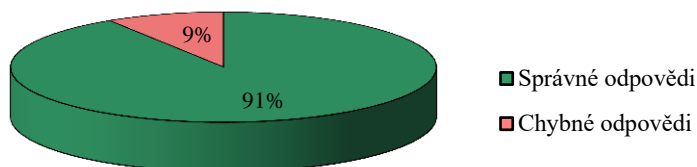
Graf 8 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 5

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 6 Zasáhl radioaktivní spad i bývalou ČSSR:

a) ano

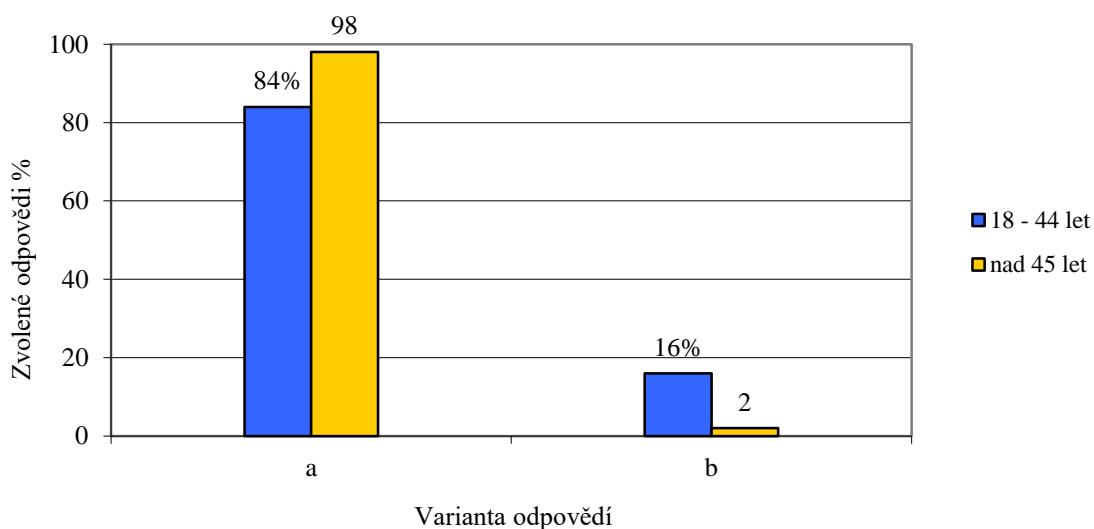
b) ne



Graf 9 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 6

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 6 zodpovědělo správně 182 respondentů, z toho 84 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 98 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 18 respondentů z obou věkových skupin.

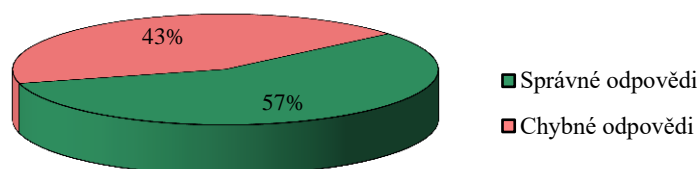


Graf 10 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 6

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 7 U jakých potravin hrozilo nejvyšší riziko jejich kontaminace:

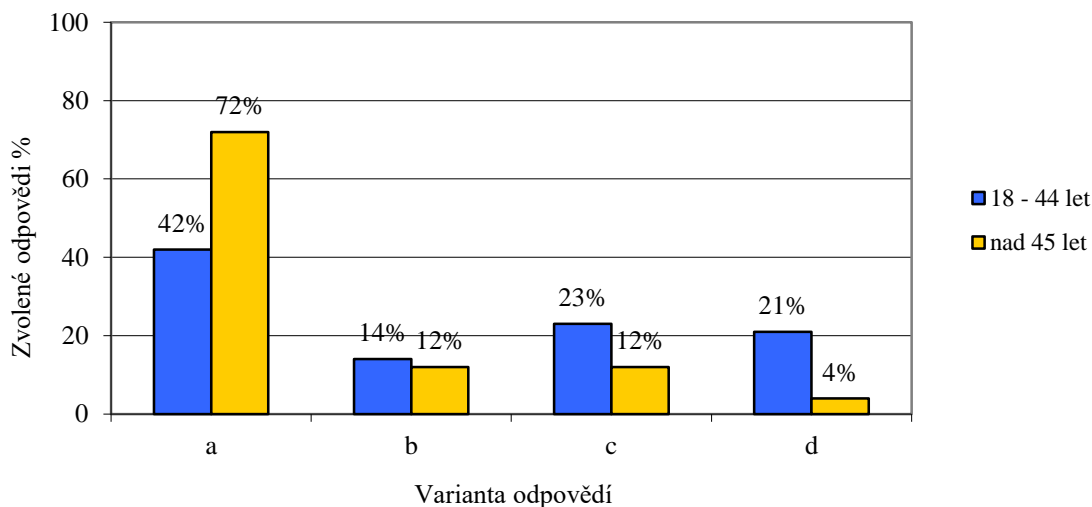
- a) mléko a mléčné výrobky
- b) kořenová zelenina
- c) masné výrobky
- d) obilné výrobky



Graf 11 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 7

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 7 odpovědělo správně 114 respondentů, z toho 42 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 72 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 86 respondentů z obou věkových skupin.

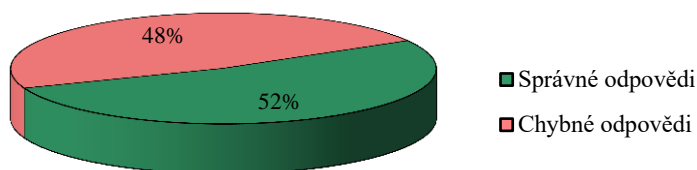


Graf 12 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 7

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 8 Domníváte se, že informovanost obyvatelstva ČSSR byla ze strany tehdejších médií dostatečná:

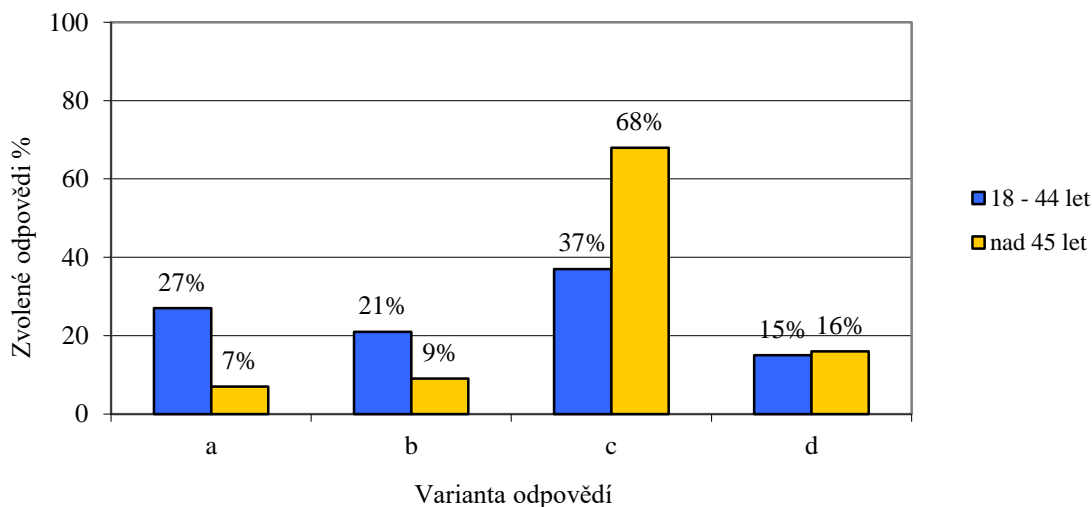
- a) ne, tehdejší vláda se snažila veškeré informace zatajit
- b) ano, obyvatelé byli o situaci okamžitě a pravdivě informováni
- c) ano, ale obyvatelstvu byly podávány zpožděné a záměrně zkreslené informace**
- d) ano, ale byli informováni pouze zaměstnanci státní správy



Graf 13 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 8

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 8 zvolilo správnou odpověď 105 respondentů, z toho 37 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 68 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 95 respondentů z obou věkových skupin.

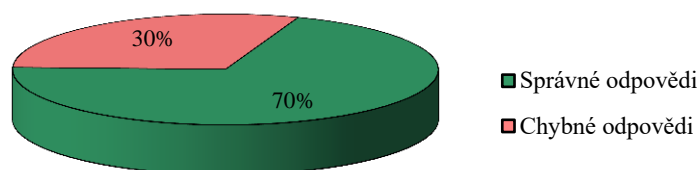


Graf 14 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 8

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 9 Byla učiněna nějaká preventivní opatření ze strany československé vlády:

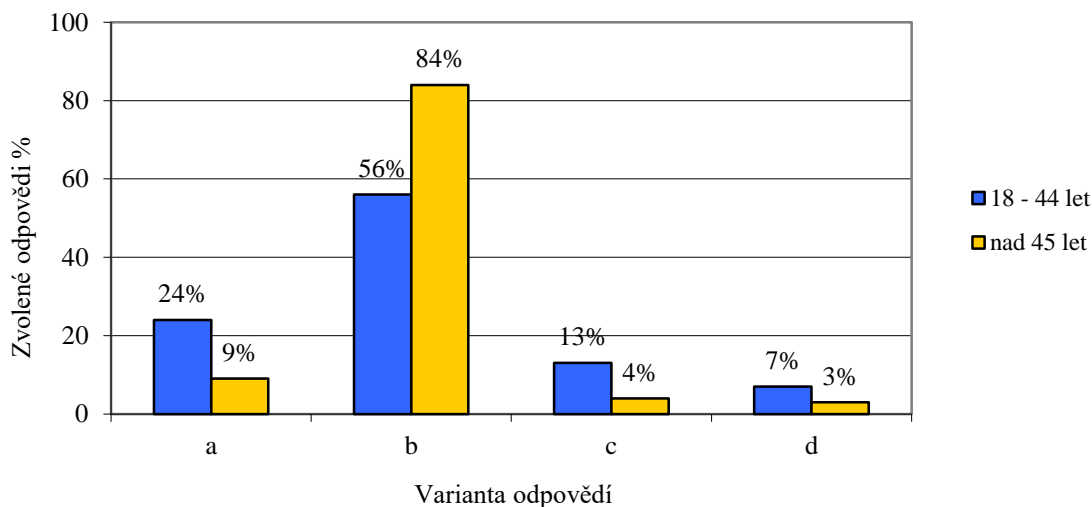
- a) ne, žádná zvláštní opatření prováděna nebyla
- b) ano, proběhl zákaz spotřeby a distribuce některých druhů potravin**
- c) ano, proběhla evakuace osob z několika míst na území ČSSR
- d) ano, byl vydán krátkodobý zákaz vycházení



Graf 15 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 9

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 9 zodpovědělo správně 140 respondentů, z toho 56 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 84 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 60 respondentů z obou věkových skupin.

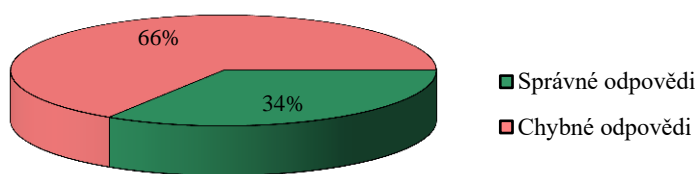


Graf 16 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 9

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 10 Kolik okamžitých obětí (v horizontu několika dní) si havárie vyžádala:

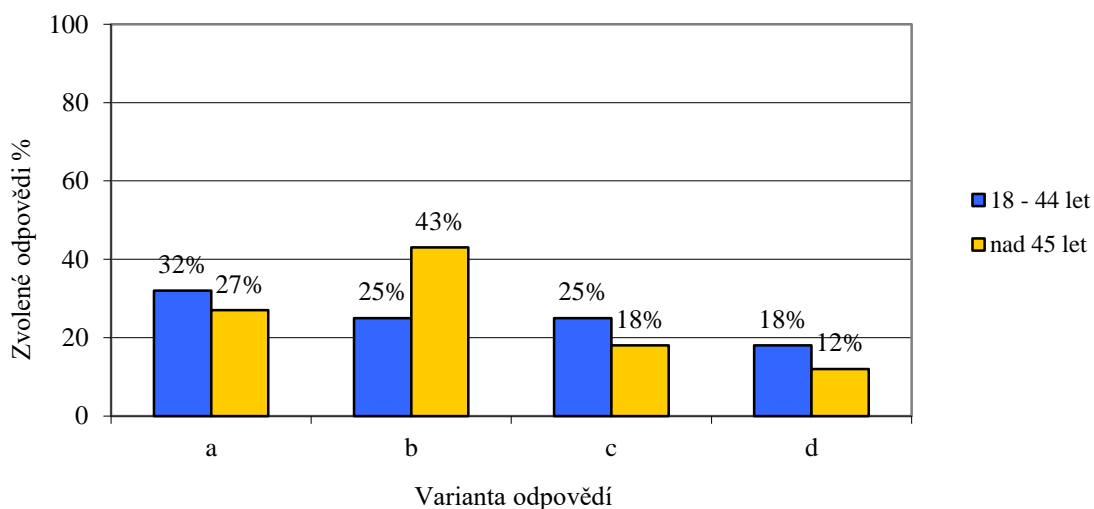
- a) 185 osob
- b) 31 osob**
- c) 1 550 osob
- d) žádnou



Graf 17 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 10

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 10 zodpovědělo správně 68 respondentů, z toho 25 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 43 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 132 respondentů z obou věkových skupin.

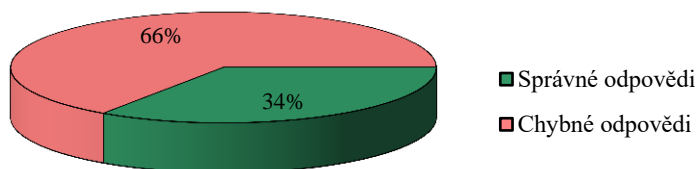


Graf 18 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 10

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 11 Na který lidský orgán se v největší míře váže radioaktivní jód:

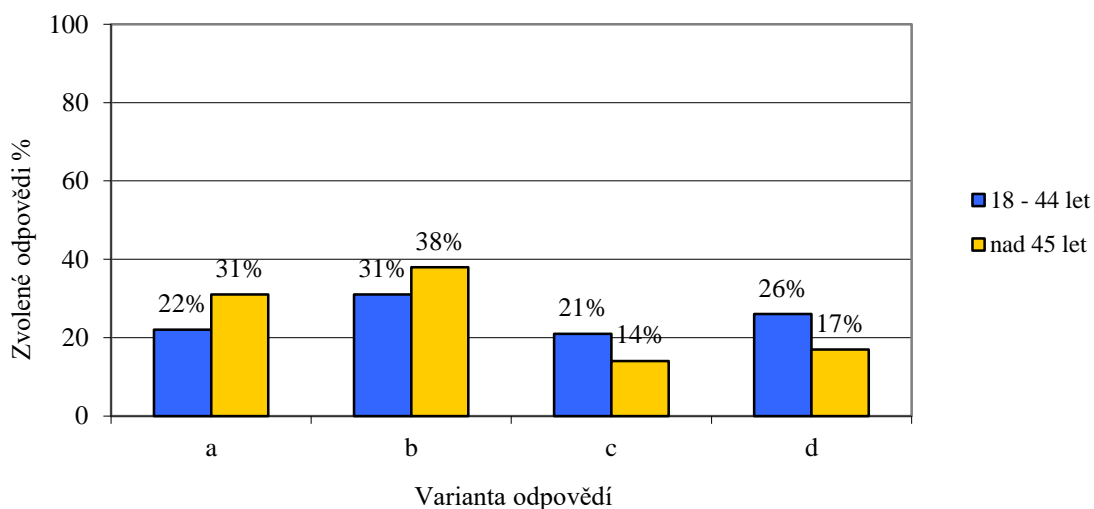
- a) ledviny
- b) štítná žláza**
- c) pohlavní orgány
- d) centrální nervovou soustavu



Graf 19 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 11

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 11 zvolilo správnou odpověď 69 respondentů, z toho 31 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 38 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 131 respondentů z obou věkových skupin.

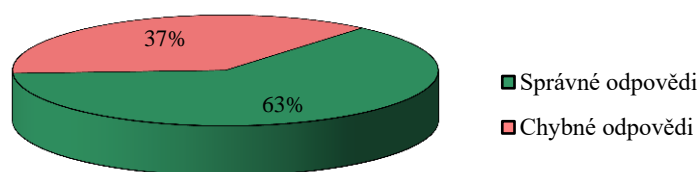


Graf 20 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 11

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 12 Jakým způsobem se v největší míře projevilo ozáření u zasažených osob po cca 10 letech:

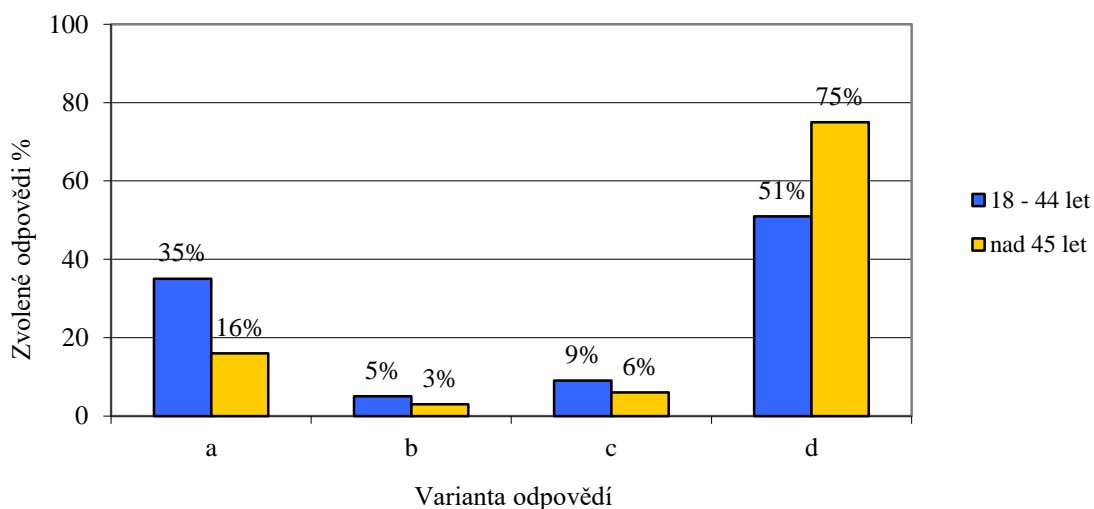
- a) akutní nemocí z ozáření
- b) selháním srdce
- c) selháním funkce jater
- d) leukémií**



Graf 21 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 12

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 12 odpovědělo správně 126 respondentů, z toho 51 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 75 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 74 respondentů z obou věkových skupin.



Graf 22 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 12

Zdroj: vlastní výzkum

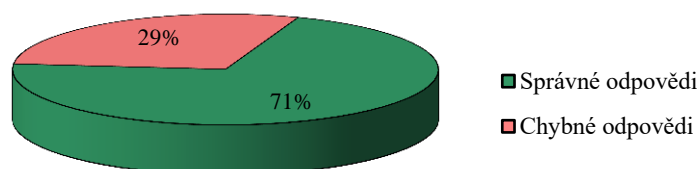
Otázka č. 13 Jaká skupina obyvatel byla v době havárie nejohroženější:

a) děti a mladiství do 15let

b) lidé mezi 20 – 40 lety

c) lidé mezi 40– 60 lety

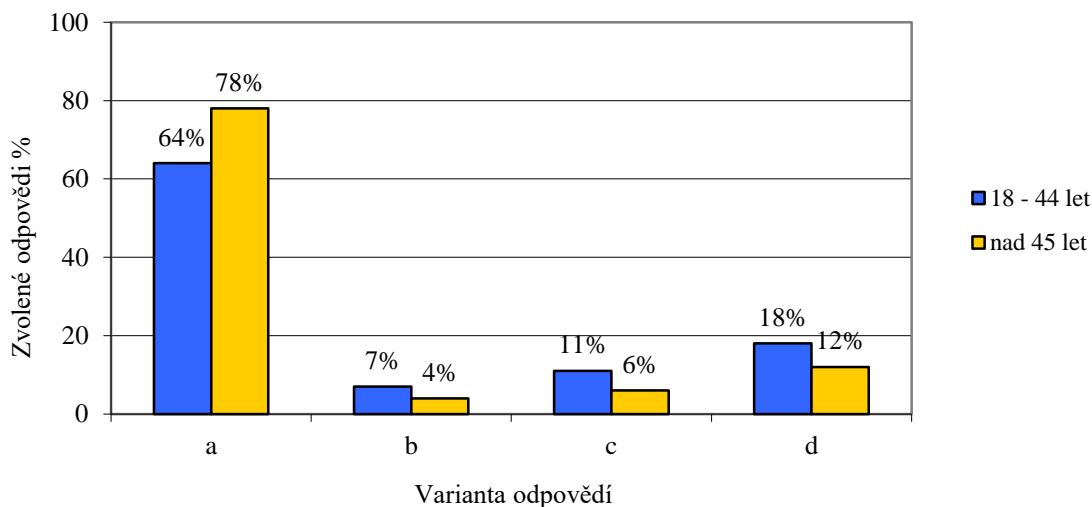
d) lidé nad 60 let



Graf 23 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 13

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 13 zodpovědělo správně 142 respondentů, z toho 64 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 78 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 58 respondentů z obou věkových skupin.

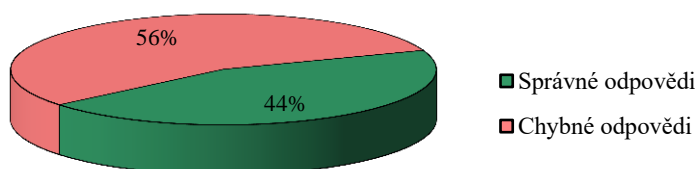


Graf 24 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 13

Zdroj: vlastní výzkum

Otázka č. 14 Jak rozlehlá je tzv. zakázaná zóna v okolí elektrárny:

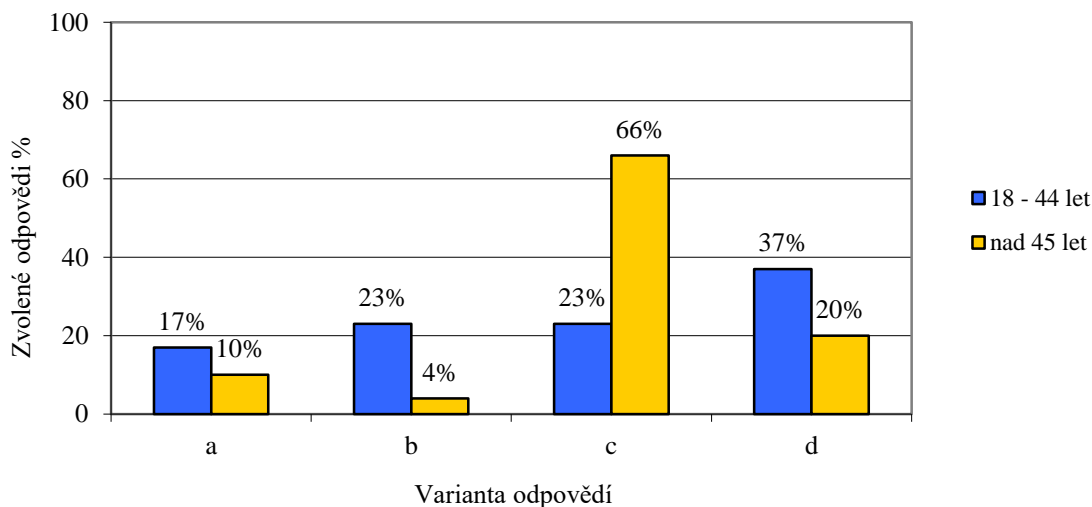
- a) okruh 60 km
- b) okruh 120 km
- c) okruh 30 km**
- d) okruh 3 km



Graf 25 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 14

Zdroj: vlastní výzkum

Na otázku č. 14 zvolilo správnou odpověď 89 respondentů, z toho 23 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 66 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 111 respondentů z obou věkových skupin.



Graf 26 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 14

Zdroj: vlastní výzkum

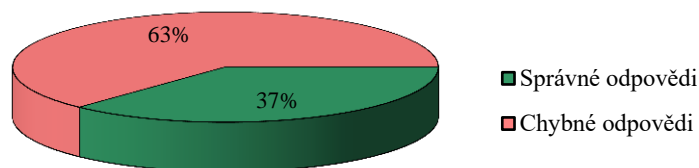
Otázka č. 15 U kolika obyvatel tehdejší ČSSR byla v důsledku havárie v Černobylu diagnostikována nemoc z ozáření:

a) u žádné osoby

b) u 5 osob

c) u 20 osob

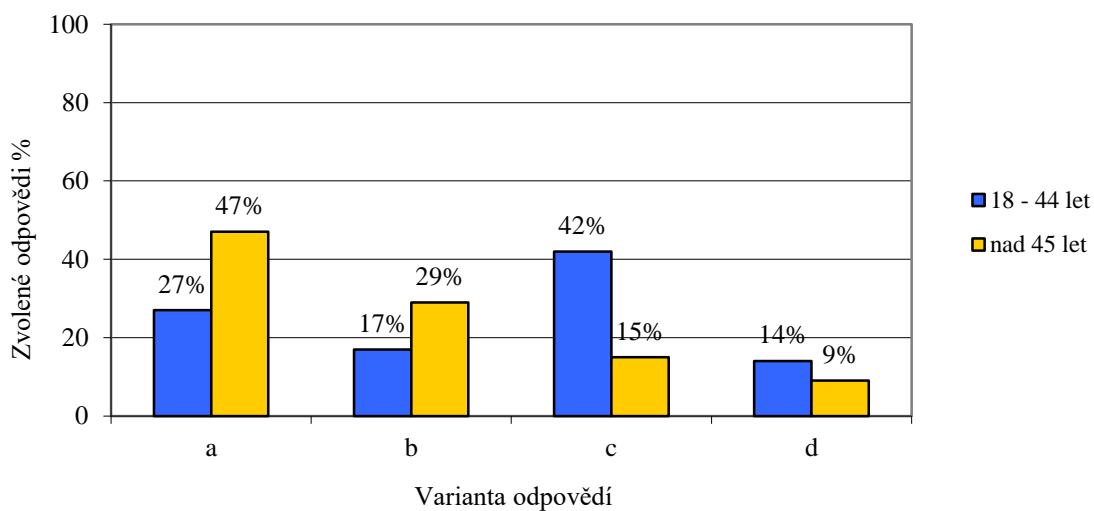
d) u 50 osob



Graf 27 – Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 15

Zdroj: vlastní výzkum

Otázku č. 15 zodpovědělo správně 74 respondentů, z toho 27 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, 47 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let. Chybně odpovědělo celkem 126 respondentů z obou věkových skupin.



Graf 28 – Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 15

Zdroj: vlastní výzkum

V tabulkách č. 1, 2, 3 je uveden přehled četností jednotlivých odpovědí respondentů ve věkové kategorii 18-44 let, respondentů ve věkové kategorii nad 45 let a následně přehled jednotlivých odpovědí všech oslovených respondentů.

Tabulka 1 – Přehled jednotlivých odpovědí respondentů ve věkové kategorii 18-44 let

Otázka	Varianta odpovědi				Správné odpovědi	Chybné odpovědi	% Správných odpovědí
	a	b	c	d			
2	8	76	5	11	76	24	76
3	23	62	2	13	62	38	62
4	9	29	47	15	47	53	47
5	12	74	8	6	74	26	74
6	84	16			84	16	84
7	42	14	23	21	42	58	42
8	27	21	37	15	37	63	37
9	24	56	13	7	56	44	56
10	32	25	25	18	25	75	25
11	22	31	21	26	31	69	31
12	35	5	9	51	51	49	51
13	64	7	11	18	64	36	64
14	17	23	23	37	23	77	23
15	27	17	42	14	27	73	27

Zdroj: vlastní výzkum

Tabulka 2 – Přehled jednotlivých odpovědí respondentů ve věkové kategorii nad 45 let

Otázka	Varianta odpovědi				Správné odpovědi	Chybné odpovědi	% Správných odpovědí
	a	b	c	d			
2	2	89	4	5	89	11	89
3	10	81	2	7	81	19	81
4	4	17	69	10	69	31	69
5	5	91	3	1	91	9	91
6	98	2			98	2	98
7	72	12	12	4	72	28	72
8	7	9	68	16	68	32	68
9	9	84	4	3	84	16	84
10	27	43	18	12	43	57	43
11	31	38	14	17	38	62	38
12	16	3	6	75	75	25	75
13	78	4	6	12	78	22	78
14	10	4	66	20	66	34	66
15	47	29	15	9	47	53	47

Zdroj: vlastní výzkum

Tabulka 3 – Přehled jednotlivých odpovědí všech oslovených respondentů

Otázka	Varianta odpovědi				Správné odpovědi	Chybné odpovědi	% Správných odpovědí
	a	b	c	d			
2	10	165	9	16	165	35	82
3	33	143	4	20	143	57	71
4	13	46	116	25	116	84	58
5	17	165	11	7	165	35	82
6	182	18			182	18	91
7	114	26	35	25	114	86	57
8	34	30	105	31	105	95	52
9	33	140	17	10	140	60	70
10	59	68	43	30	68	132	34
11	53	69	35	43	69	131	34
12	51	8	15	126	126	74	63
13	142	11	17	30	142	58	71
14	27	27	89	57	89	111	44
15	74	46	57	23	74	126	37

Zdroj: vlastní výzkum

3.2 Statistické šetření znalostí věkové kategorie 18-44 let

V této kapitole jsou prezentovány výsledky statistického šetření znalostí o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let za pomoci názorných tabulek 4, 5, 6, 7, 8 a grafů 29, 30.

3.2.1 Formulace statistického šetření

V rámci formulace statistického šetření jsem stanovil pojmy následovně:

HNJ – Znalosti obyvatel Jihočeského kraje ve věku 18-44 let.

SJ – Obyvatel ve věkové kategorii 18-44 let.

SZ – Znalosti obyvatel o následcích havárie na JE v Černobylu ve věku 18-44 let.

HSZ – 2 až 15 správných odpovědí.

ZSS – 140 obyvatel Jihočeského kraj ve věkové kategorii 18-44 let.

NV – Bylo provedeno losování.

VSS – 100 obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let.

Škálování a měření

Pomoci Sturgesova pravidla bylo zvoleno 7 prvků škály.

Sturgesovo pravidlo: $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$

$$n = 7,6$$

k – počet prvků škály

n – počet statistických jednotek

Z výpočtu vyplývá, že je možno použít pro tento případ 7 či 8 prvků škály.

Pro metody statistického šetření byla zvolena kvantitativní metrická škála (rozpětí bodů ve škálách má stejný rozsah).

Tabulka 4 – Škálování výsledků znalostí z dotazníkového šetření obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let

Skupiny	Počet správných odpovědí	Počet obyvatel ve věku 18-44 let
1	2 - 3	3
2	4 - 5	8
3	6 - 7	22
4	8 - 9	28
5	10 - 11	19
6	12 - 13	14
7	14 - 15	6
Celkem		100

Zdroj: vlastní výzkum

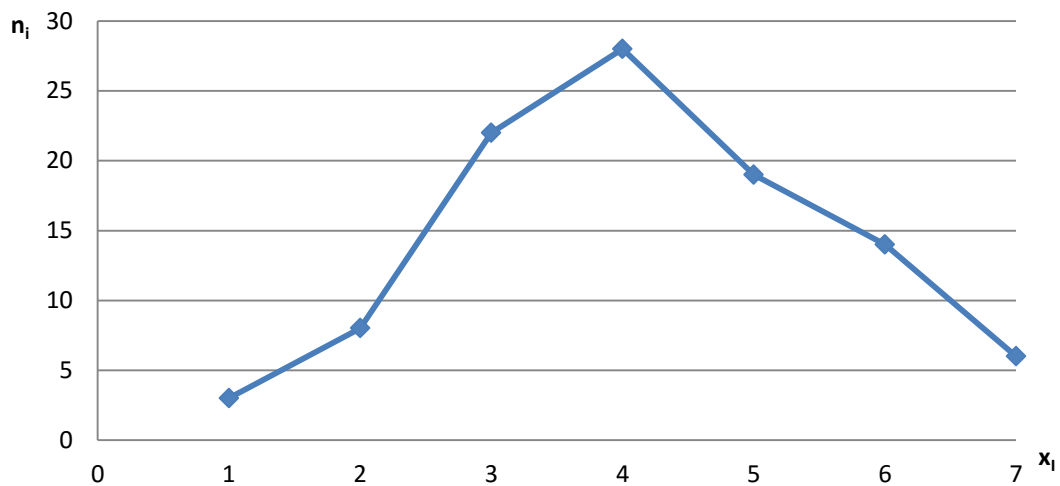
3.2.2 Elementární statistické zpracování

Tabulka 5 – Výsledky měření (obyvatelé ve věku 18-44 let)

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	3	0,03	0,03	3	3	3	3
2	8	0,08	0,11	16	32	64	128
3	22	0,22	0,33	66	198	594	1 782
4	28	0,28	0,61	112	448	1 792	7 168
5	19	0,19	0,8	95	475	2 375	11 875
6	14	0,14	0,94	84	504	3 024	18 144
7	6	0,06	1	42	294	2 058	14 406
Σ	100	1		418	1 954	9 910	53 506

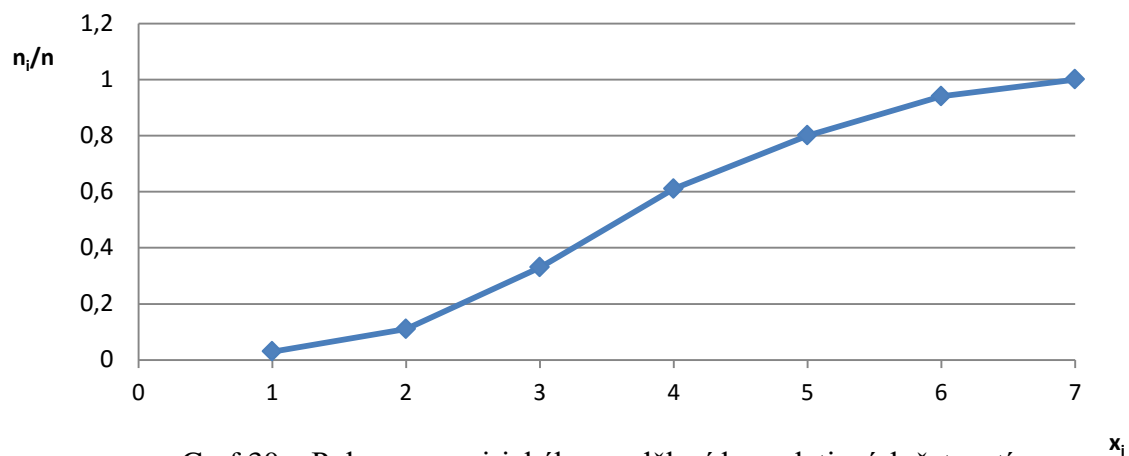
Zdroj: vlastní výzkum

Empirické rozdělení četností



Graf 29 – Polygon absolutních četností

Zdroj: vlastní výzkum



Graf 30 – Polygon empirického rozdělení kumulativních četností

Zdroj: vlastní výzkum

Obecné momenty

$$O_1 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = 4,18 - \text{parametr polohy (obecný moment 1. řádu - aritmetický průměr)}$$

$$O_2 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 = 19,54$$

$$O_3 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^3 = 99,1$$

$$O_4 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^4 = 535,06$$

Aritmetický průměr znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let je v prvku škály 4, v hodnotách statistického znaku tomu odpovídá 9 správných odpovědí.

Centrální momenty

$$C_2 = O_2 - O_1^2 = 2,067 - \text{parametr variability (centrální moment 2. řádu)}$$

$$C_3 = O_3 - 3O_2O_1 + 2O_1^3 = 0,137$$

$$C_4 = O_4 - 4O_3O_1 + 6O_2O_1^2 - 3O_1^4 = 10,717$$

Směrodatná odchylka

$$S_x = \sqrt{C_2} = 1,437$$

Směrodatná odchylka nám ukázala, že v rozmezí znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let v prvcích škály od 2,5 do 5,5 (od 5 do 11 správných odpovědí) je 77 % respondentů.

Parametr šikmosti - (normovaný moment 3. řádu)

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2 \sqrt{C_2}} = 0,046$$

Kladný koeficient šikmosti poukazuje na větší koncentraci nižších prvků škály.

Parametr špičatosti - (normovaný moment 4. řádu)

$$N_4 = \frac{C_4}{C_2^2} = 2,508$$

Exces

$$N_4 - 3 = -0,492$$

Vyšší hodnota koeficientu špičatosti a exces poukazují na srovnatelnost se špičatostí normovaného normálního rozdělení.

3.2.3 Neparametrické testování

Intervalové rozdělení četností, přechod k normovanému normálnímu rozdělení

Tabulka 6 – Intervalové rozdělení četností výsledků znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	$(-\infty; 1,5)$	1	3	0,03	0,03	3	3	3	3
2	$(1,5; 2,5)$	2	8	0,08	0,11	16	32	64	128
3	$(2,5; 3,5)$	3	22	0,22	0,33	66	198	594	1 782
4	$(3,5; 4,5)$	4	28	0,28	0,61	112	448	1 792	7 168
5	$(4,5; 5,5)$	5	19	0,19	0,8	95	475	2 375	11 875
6	$(5,5; 6,5)$	6	14	0,14	0,94	84	504	3 024	18 144
7	$(6,5; \infty)$	7	6	0,06	1	42	294	2 058	14 406
Σ			100	1		418	1 954	9 910	53 506

Zdroj: vlastní výzkum

Výpočet jednotlivých integrálů – jednotlivých ploch

a) Zavedení proměnné u $u_i = \frac{x_i - O_1}{S_x}$

$$u_1 = -1,86$$

$$u_2 = -1,17$$

$$u_3 = -0,47$$

$$u_4 = 0,22$$

$$u_5 = 0,92$$

$$u_6 = 1,61$$

$$u_7 = \infty$$

b) Primitivní funkce $F(u)$ – statistické tabulky

K hodnotám u_i se ze statistických tabulek vyhledají příslušné hodnoty F .

Statistické tabulky obsahují hodnoty F pouze pro kladná u_i . Je-li u_i záporné, vyhledáme jeho kladnou hodnotu a poté ji odečteme od čísla 1.

$$F(u_1 = -1,86) = 0,031$$

$$F(u_2 = -1,17) = 0,121$$

$$F(u_3 = -0,47) = 0,319$$

$$F(u_4 = 0,22) = 0,587$$

$$F(u_5 = 0,92) = 0,821$$

$$F(u_6 = 1,61) = 0,946$$

$$F(u_7 = \infty) = 1$$

c) Hodnoty jednotlivých ploch

Tabulka 7 – Plochy jednotlivých integrálů pro testování znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let

x_i	interval	n_i	u_i	$F(u_i)$	p_i	np_i
1	$(-\infty; 1,5)$	3	-1,17	0,031	0,031	3,1
2	$(1,5; 2,5)$	8	-1,17	0,121	0,09	9
3	$(2,5; 3,5)$	22	-0,47	0,319	0,198	19,8
4	$(3,5; 4,5)$	28	0,22	0,587	0,268	26,8
5	$(4,5; 5,5)$	19	0,92	0,821	0,234	23,4
6	$(5,5; 6,5)$	14	1,61	0,946	0,125	12,5
7	$(6,5; \infty)$	6	∞	1	0,054	5,4

Zdroj: vlastní výzkum

Aplikace χ^2 -testu dobré shody

Při použití testu normality musí být v každém intervalu nejméně 5 výsledků měření. Proto budou v následující části sousední intervaly sdruženy tak, aby byla tato podmínka splněna. Z tohoto důvodu je nutné škálu x_1 a x_2 sloučit do jedné.

Tabulka 8 – Úprava počtu intervalů, výsledky testu dobré shody obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let

x_i	interval	n_i	np_i	$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$
1 + 2	$(-\infty; 2,5)$	11	12,1	0,1
3	$(2,5; 3,5)$	22	19,8	0,24
4	$(3,5; 4,5)$	28	26,8	0,05
5	$(4,5; 5,5)$	19	23,4	0,827
6	$(5,5; 6,5)$	14	12,5	0,18
7	$(6,5; \infty)$	6	5,4	0,06

Zdroj: vlastní výzkum

a) Výpočet χ_{exp}^2

$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i}{np_i}$$

$$\chi_{\text{exp}}^2 = 1,457$$

b) Výpočet χ_{teor}^2 $\alpha = 0,05$

$$\chi_{\text{teor}}^2 = \chi_v^2 \quad v = k - r - 1$$

v = počet stupňů volnosti

k = počet prvků škály

r = počet teoretických parametrů zkoumaného teoretického rozdělení

$$\chi_{\text{teor}}^2 = \chi_v^2 = \chi_{k-r-1}^2 = \chi_{6-2-1}^2 = \chi^2 = 7,81$$

c) Výsledek aplikace χ^2 -testu dobré shody

$$\chi_{\text{exp}}^2 < \chi_{\text{teor}}^2$$

Z výsledku χ^2 -testu dobré shody vyplývá, že na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ lze empirické rozdělení četností nahradit normálním rozdělením.

3.3 Statistické šetření znalostí věkové kategorie nad 45 let

V této kapitole jsou prezentovány výsledky statistického šetření znalostí o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let za pomoci názorných tabulek 9, 10, 11, 12, 13 a grafů 31, 32.

3.3.1 Formulace statistické šetření

HNJ – Znalosti obyvatel Jihočeského kraje ve věku nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu.

SJ – Obyvatel ve věkové kategorii nad 45 let.

SZ – Znalosti obyvatel o následcích havárie na JE v Černobylu ve věku nad 45 let.

HSZ – 2–15 správných odpovědí.

ZSS – 140 obyvatel Jihočeského kraj ve věkové kategorii nad 45 let.

NV – Bylo provedeno losování.

VSS – 100 obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let.

Škálování a měření

Pomoci Sturgesova pravidla bylo zvoleno opět 7 prvků škály.

Sturgesovo pravidlo: $k = 1 + 3,3 \log_{10} n$

$$n = 7,6$$

k - počet prvků škály

n - počet statistických jednotek

Z výpočtu vyplývá, že je možno použít pro tento případ 7 či 8 prvků škály.

Pro metody statistického šetření byla zvolena kvantitativní metrická škála (rozpětí bodů ve škálách má stejný rozsah).

Tabulka 9 – Škálování výsledků znalostí z dotazníkového šetření obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let

Skupiny	Počet správných odpovědí	Počet obyvatel ve věku nad 45 let
1	2 - 3	1
2	4 - 5	2
3	6 - 7	6
4	8 - 9	14
5	10 - 11	27
6	12 - 13	33
7	14 - 15	17
Celkem		100

Zdroj: vlastní výzkum

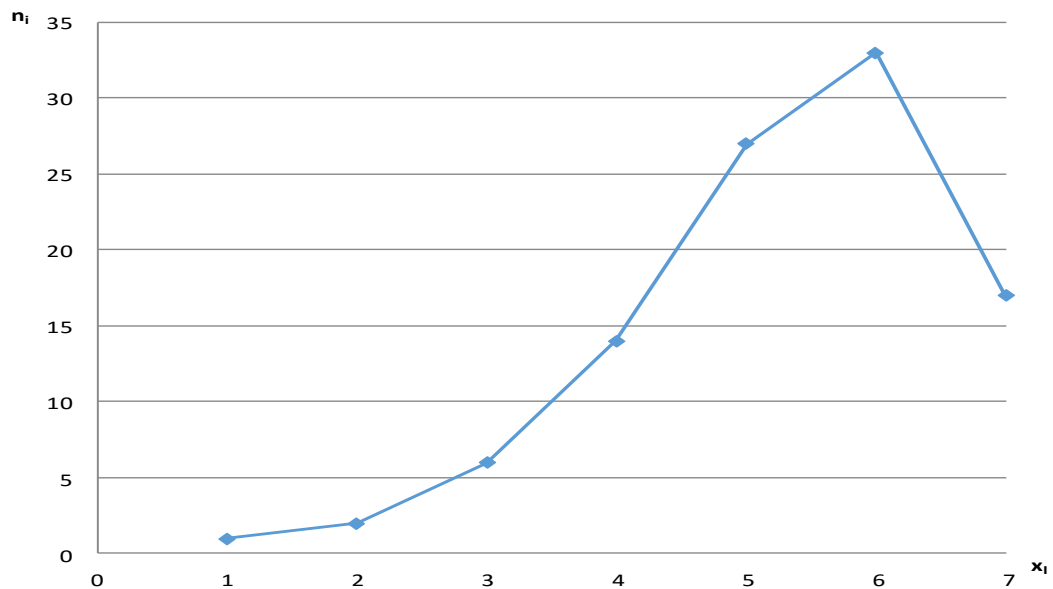
3.2.2 Elementární statistické zpracování

Tabulka 10 – Výsledky měření (obyvatelé nad 45 let)

x_i	n_i	n_i/n	$\sum n_i \cdot n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	1	0,01	0,01	1	1	1	1
2	2	0,02	0,03	4	8	16	32
3	6	0,06	0,09	18	54	162	486
4	14	0,14	0,23	56	224	896	3 584
5	27	0,27	0,5	135	675	3 375	16 875
6	33	0,33	0,83	198	1 188	7 128	42 768
7	17	0,17	1	119	833	5 831	40 817
Σ	100	1		531	2 983	17 409	104 563

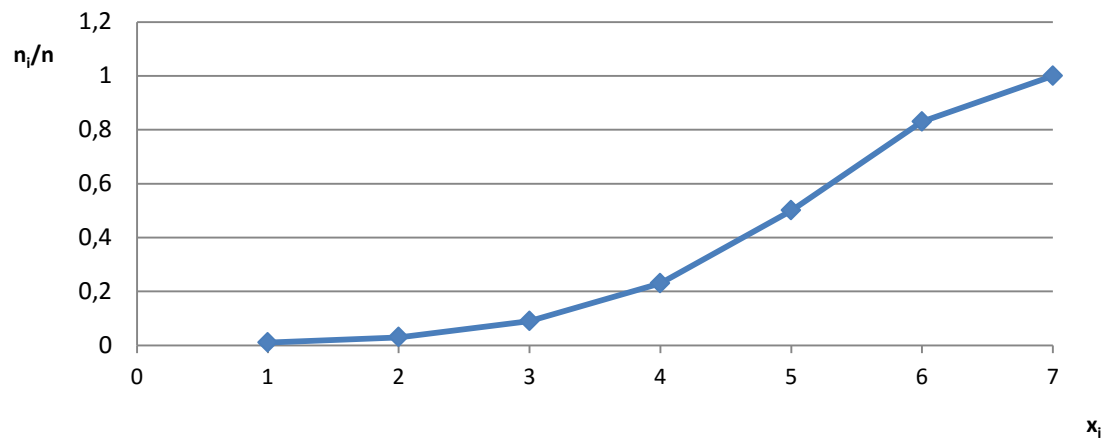
Zdroj: vlastní výzkum

Empirické rozdělení četností



Graf 31 – Polygon absolutních četností

Zdroj: vlastní výzkum



Graf 32 – Polygon empirického rozdělení kumulativních četností

Zdroj: vlastní výzkum

Obecné momenty

$$O_1 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = 5,31 \text{ – parametr polohy (obecný moment 1. řádu - aritmetický průměr)}$$

$$O_2 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 = 29,83$$

$$O_3 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^3 = 174,09$$

$$O_4 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^4 = 1045,63$$

Aritmetický průměr znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let je v prvku škály 5, v hodnotách statistického znaku tomu odpovídá 11 správných odpovědí.

Centrální momenty

$$C_2 = O_2 - O_1^2 = 1,633 \text{ – parametr variability (centrální moment 2. řádu)}$$

$$C_3 = O_3 - 3O_2O_1 + 2O_1^3 = -1,659$$

$$C_4 = O_4 - 4O_3O_1 + 6O_2O_1^2 - 3O_1^4 = 9,436$$

Směrodatná odchylka

$$S_x = \sqrt{C_2} = 1,277$$

Směrodatná odchylka nám ukázala, že v rozmezí znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let v prvcích škály od 4 do 6 (od 9 do 13 správných odpovědí) je 74 % respondentů.

Parametr šikmosti - (normovaný moment 3. řádu)

$$N_3 = \frac{C_3}{C_2 \sqrt{C_2}} = -0,795$$

Záporný koeficient šikmosti poukazuje na menší koncentraci nižších prvků škály.

Parametr špičatosti - (normovaný moment 4. řádu)

$$N_4 = \frac{C_4}{C_2^2} = 3,539$$

Exces

$$N_4 - 3 = 0,539$$

Vyšší hodnota koeficientu špičatosti a exces poukazují na srovnatelnost se špičatostí normovaného normálního rozdělení.

3.3.3 Neparametrické testování

Intervalové rozdělení četností, přechod k normovanému normálnímu rozdělení

Tabulka 11 – Intervalové rozdělení četností výsledků znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	$\sum n_i/n$	$x_i n_i$	$x_i^2 n_i$	$x_i^3 n_i$	$x_i^4 n_i$
1	$(-\infty; 1,5)$	1	1	0,01	0,01	1	1	1	1
2	$(1,5; 2,5)$	2	2	0,02	0,03	4	8	16	32
3	$(2,5; 3,5)$	3	6	0,06	0,09	18	54	162	486
4	$(3,5; 4,5)$	4	14	0,14	0,23	56	224	896	3 584
5	$(4,5; 5,5)$	5	27	0,27	0,5	135	675	3 375	16 875
6	$(5,5; 6,5)$	6	33	0,33	0,83	198	1 188	7 128	42 768
7	$(6,5; \infty)$	7	17	0,17	1	119	833	5 831	40 817
Σ			100	1		531	2 983	17 409	104 563

Zdroj: vlastní výzkum

Výpočet jednotlivých integrálů – jednotlivých ploch

a) Zavedení proměnné u

$$u_1 = -2,98$$

$$u_2 = -2,20$$

$$u_3 = -1,42$$

$$u_4 = -0,63$$

$$u_5 = 0,15$$

$$u_6 = 0,93$$

$$u_7 = \infty$$

b) Primitivní funkce $F(u)$

$$F(u_1 = -1,86) = 0,001$$

$$F(u_2 = -1,17) = 0,013$$

$$F(u_3 = -0,47) = 0,077$$

$$F(u_4 = 0,22) = 0,264$$

$$F(u_5 = 0,92) = 0,559$$

$$F(u_6 = 1,61) = 0,823$$

$$F(u_7 = \infty) = 1$$

c) Hodnoty jednotlivých ploch

Tabulka 12 – Plochy jednotlivých integrálů pro testování znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let

x_i	interval	n_i	u_i	$F(u_i)$	p_i	np_i
1	$(-\infty; 1,5)$	1	-2,98	0,001	0,001	0,1
2	$(1,5; 2,5)$	2	-2,20	0,013	0,012	1,2
3	$(2,5; 3,5)$	6	-1,42	0,077	0,065	6,5
4	$(3,5; 4,5)$	14	-0,63	0,264	0,187	18,7
5	$(4,5; 5,5)$	27	0,15	0,559	0,295	29,5
6	$(5,5; 6,5)$	33	0,93	0,823	0,264	26,4
7	$(6,5; \infty)$	17	∞	1	0,177	17,7

Zdroj: vlastní výzkum

Aplikace χ^2 -testu dobré shody

Při použití testu normality musí být v každém intervalu nejméně 5 výsledků měření. Proto budou v následující části sousední intervaly sdruženy tak, aby byla tato podmínka splněna. Z tohoto důvodu je nutné škálu x_1 , x_2 a x_3 sloučit do jedné.

Tabulka 13 – Úprava počtu intervalů, výsledky testu dobré shody obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let

x_i	interval	n_i	np_i	
1 + 2 + 3	$(-\infty; 3,5)$	9	7,8	0,184
4	$(3,5; 4,5)$	14	18,7	1,181
5	$(4,5; 5,5)$	27	29,5	0,211
6	$(5,5; 6,5)$	33	26,4	1,65
7	$(6,5; \infty)$	17	17,7	0,027

Zdroj: vlastní výzkum

a) Výpočet χ_{exp}^2

$$\chi_{\text{exp}}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{n_i - np_i^2}{np_i}$$

$$\chi_{\text{exp}}^2 = 3,253$$

b) Výpočet χ_{teo}^2 ($\alpha = 0,05$)

$$\chi_{\text{teo}}^2 = \chi_v^2 \quad v = k - r - 1$$

v = počet stupňů volnosti

k = počet prvků škály

r = počet teoretických parametrů zkoumaného teoretického rozdělení

$$\chi_{\text{teo}}^2 = \chi_v^2 = \chi_{k-r-1}^2 = \chi_{5-2-1}^2 = \chi^2 = 5,99$$

c) Výsledek aplikace χ^2 -testu dobré shody

$$\chi_{\text{exp}}^2 < \chi_{\text{teo}}^2$$

Z výsledku χ^2 -testu dobré shody vyplývá, že na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ lze empirické rozdělení četností nahradit normálním rozdělením.

3.4 Parametrické testování – aplikace dvojvýběrového t-testu

K ověření stanovené hypotézy bude použita nulová a alternativní hypotéza:

H_0 – Mezi znalostmi obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu není statisticky významný rozdíl;

H_a – Mezi znalostmi obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu je statisticky významný rozdíl.

Pro výpočet budou použity empirické parametry. Empirické parametry spojené s obyvateli Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let jsou označeny dolním

indexem 1, parametry spojené s obyvateli Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let jsou označené dolním indexem 2.

Pro VSS_1 platí:

$$\mu_1 = O_1 = 4,18$$

$$\sigma_1 = Sx_1 = 1,43$$

Pro VSS_2 platí:

$$\mu_2 = O_2 = 5,31$$

$$\sigma_2 = Sx_2 = 1,277$$

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1) \cdot S_{x_1}^2 + (n_2 - 1) \cdot S_{x_2}^2}} \cdot \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

$$t_{exp} = -5,88$$

$$W = \left(-\infty; -t_{n_1+n_2-2}\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right) \cup \left(t_{n_1+n_2-2}\left(\frac{\alpha}{2}\right); \infty\right)$$

$$W = (-\infty; -1,96) \cup (1,96; \infty)$$

Jelikož hodnota $t_{exp} = -5,88$ je prvkem kritického oboru W , je nutno přijmout alternativní hypotézu H_a – Mezi znalostmi obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu je statisticky významný rozdíl.

4 Diskuse

Jak jsem již uvedl v metodice výzkumu, ke zjištění znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let a ve věkové kategorii nad 45 let o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu bylo provedeno dotazníkové šetření, na jehož základě by bylo možno potvrdit či vyvrátit stanovené hypotézy.

Dotazník jsem sestavil tak, aby pokládané otázky problematiku havárie jaderné elektrárny v Černobylu zahrnovaly v celé její základní šíři, od data a lokace havárie, její příčiny, až po dopady na zdraví a životy obyvatel a to jak v přímo zasažených oblastech, tak i na obyvatele České republiky.

Výzkumný soubor tvoří 100 respondentů ve věkové kategorii 18-44 let a 100 respondentů ve věkové kategorii nad 45 let z okresů Jihočeského kraje. Rozdíl mezi odpovědi respondentů z jednotlivých okresů nebyl zkoumán.

4.1 Rozbor jednotlivých otázek dotazníku

Dotazník ve formě krátkého testu obsahoval 15 otázek. Každá otázka měla 4 možné odpovědi (a, b, c, d), z nichž správná byla vždy pouze jedna.

První otázka byla informativního charakteru z důvodu rozdělení oslovených respondentů do příslušné věkové kategorie.

Druhá otázka byla směřována na letopočet, ve kterém došlo k havárii v Černobylu. Tato otázka patřila k lépe zodpověděným. Domnívám se, že důvodem správného zodpovězení této otázky je skutečnost, že v letošním roce uplynulo 30 let od havárie, z čehož vyplývá její poměrně značná prezentace v médiích. Správnou odpověď uvedlo 165 respondentů, z toho 76 ve věkové kategorii 18-44 let a 89 ve věkové kategorii nad 45 let.

Následující otázka, týkající se lokalizace havárie, byla taktéž zodpovězena s poměrně uspokojivým výsledkem, kdy i v mladší věkové kategorii správně odpověděla nadpoloviční většina respondentů.

Čtvrtou otázku ohledně příčiny havárie správně nezodpověděla u mladší věkové kategorie ani polovina respondentů, u starších respondentů pak měla 69% úspěšnost.

U otázky týkající se místa radioaktivního spadu jsem očekával vysokou úspěšnost a má domněnka se potvrdila. U mladší věkové kategorie byla třetí nejlépe zodpovězenou otázkou a u starší kategorie druhou nejlépe zodpovězenou otázkou. U chybně zvolených odpovědí na tuto otázku v největší míře převládala odpověď a), tedy že spad zasáhl pouze Evropu.

Nejlépe zodpovězenou otázkou byla otázka číslo 6 zjišťující, zda radioaktivní spad zasáhl i bývalou ČSSR, kde respondenti měli na výběr pouze ze dvou možností: ano/ne. Otázka byla nejlépe zodpovězenou u obou věkových kategorií, v kategorii starších respondentů dokonce dosáhla 98% úspěšnosti.

Na otázku, u jakých potravin hrozilo nejvyšší riziko jejich kontaminace, v mladší věkové kategorii neuvedla správnou odpověď ani polovina respondentů, zatímco ve starší kategorii zvolilo správnou odpověď 72 % respondentů.

Osmou otázkou jsem zjišťoval, jaké mají respondenti povědomí o informovanosti veřejnosti ze strany médií v tehdejší ČSSR. Tato otázka měla ze strany mladší kategorie pouze 37% úspěšnost, u starší kategorie pak 68% úspěšnost. Hodnocené znalosti tedy nebyly příliš dostatečné.

Odpověď na otázku týkající se učinění preventivních opatření ze strany československé vlády správně zodpověděla polovina mladších respondentů, starší respondenti dosažením 84 % správných odpovědí opět prokázali hlubší znalosti.

Nepříliš dobré povědomí o počtu okamžitých obětí havárie respondenti prokázali u desáté otázky. U mladší kategorie byla s pouhými 25 % vyhovujících odpovědí druhou nejchybněji zodpovězenou otázkou, u starší kategorie pak zvolila správnou možnost pouze necelá polovina respondentů.

Starší respondenti měli nejhorší výsledek u odpovědí na otázku č. 11, která se dotazovala na vazbu radioaktivního jodu na lidské orgány, kterou chybně zodpovědělo 62 % respondentů. Srovnatelného výsledku dosáhli i mladší respondenti, u kterých jsem zaznamenal 69 % chybných odpovědí.

Ve dvanácté otázce jsem se dotazoval, jakým způsobem se v největší míře projevilo ozáření u zasažených osob u cca 10ti letech. Výsledek mne příjemně překvapil, jelikož

u mladší kategorie zodpověděla správně polovina respondentů a u starší věkové kategorie činily správné odpovědi 75 %.

Celkem dobré znalosti respondenti prokázali u otázky zaměřené na určení nejohroženější skupiny obyvatel v době havárie. Mladší kategorie zvolila správnou odpověď v 64 %, starší pak v 78 %.

Mladší respondenti měli jednoznačně nejhorší výsledky u otázky č. 14, kde byli tázáni na rozlohu oblasti tzv. zakázané zóny v okolí elektrárny. Na tuto otázku ve výše zmíněné věkové kategorii správně odpovědělo pouhých 23 % oslovených respondentů. Oproti tomu starší kategorie byla s 66 % téměř třikrát úspěšnější.

Poslední otázkou jsem zjišťoval, zda respondenti mají povědomí o počtu obyvatel tehdejší ČSSR, u kterých byla v důsledku havárie diagnostikována nemoc z ozáření. Správnou odpověď, tedy že u žádné osoby, zvolilo pouhých 27 % mladších respondentů a necelá polovina starších respondentů.

V celkovém zhodnocení určili respondenti nejvyšší počet správných odpovědí u otázek zaměřených na základní znalosti týkající se roku havárie, polohy elektrárny a rozsahu zasaženého území. Nejhorší výsledky měli respondenti u otázek vyžadujících již poněkud hlubší znalosti dané problematiky týkající se působení radiace na lidský organismus a konkrétní počty obětí.

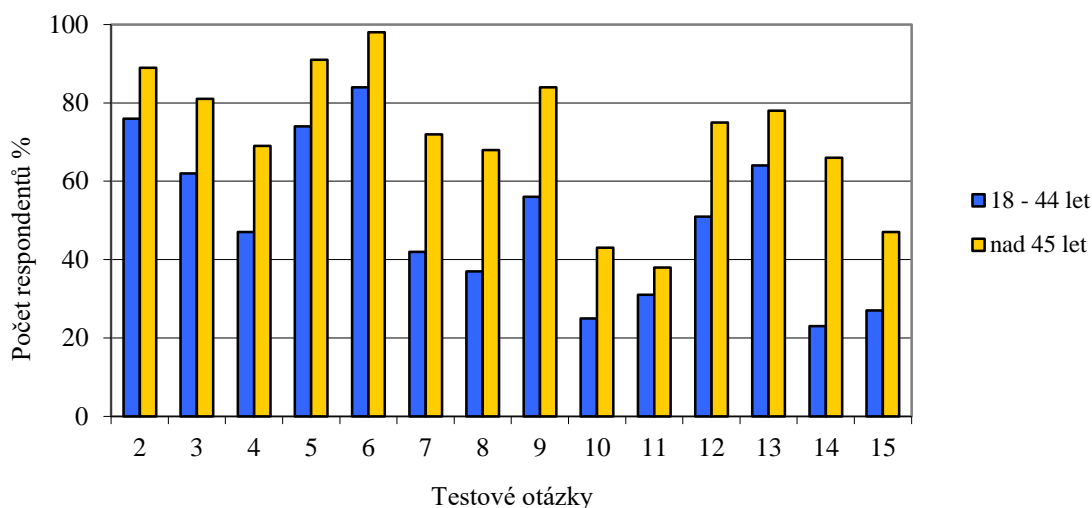
4.2 Diskuze ke statistickému šetření

Statistickým šetřením jsem došel k závěru, že teoretické znalosti obyvatelstva má normální rozdělení, čímž se potvrdila první hypotéza. U obou skupin respondentů existuje v zadaném dotazníkovém šetření střední počet správných odpovědí, který má nejvyšší pravděpodobnost. Převodem obecného momentu prvního řádu O_1 z prvků škály na hodnoty statistického znaku lze získat hodnotu středního počtu správných odpovědí, což v toto případě vychází na 7 ze 14 možných. Šetřením u obou věkových skupin respondentů bylo zjištěno, že na hladině statistické významnosti $\alpha = 0,05$ je možno empirické rozdělení četností nahradit normálním rozdělením.

Potvrdila se i má druhá hypotéza předpokládající, že osoby starší 45 let budou mít statisticky vyšší znalosti než osoby mladší. Skupina starších respondentů ve věku

nad 45 let dosáhla v celkovém zhodnocení správných odpovědí 71 % úspěšnost. Druhá skupina respondentů ve věku 18-44 let dosáhla 50 % úspěšnost. Z výsledků je zřejmé, že respondenti starší 45 let mají výrazně vyšší znalosti. Pro potvrzení výsledků jsem provedl porovnání obou skupin pomocí statistického parametrického dvouvýběrového t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Z důvodu názorného potvrzení druhé hypotézy jsem vytvořil následující sloupcový diagram vyjadřující úspěšnost odpovědí oslovených respondentů u obou věkových skupin na jednotlivé otázky, ze kterého jasně vyplývá, že respondenti nad 45 let mají statisticky významně vyšší znalosti než respondenti ve věku 18-44 let.



Graf 33 – Úspěšnost respondentů v jednotlivých otázkách

Zdroj: vlastní výzkum

Zjištěné výsledky statistického šetření jsem porovnal s výsledky statistického šetření diplomové práce Bc. Luboše Jaroše na téma „Znalosti obyvatel ČR o radiačních rizicích vyplývajících z havárie v jaderné elektrárně Černobyl“ z roku 2013. (57)

Bc. Jaroš ve svém šetření porovnává znalosti obyvatel žijících v zóně havarijního plánování jaderné elektrárny Temelín a obyvatel žijící mimo zónu havarijního plánování. Porovnal jsem počet správných odpovědí u vybraných obdobně zaměřených sedmi otázek u obou skupin respondentů a to v celkovém počtu bez ohledu

na příslušnost k jednotlivé skupině. U otázek zaměřených na datum havárie, její příčinu a preventivní opatření ze strany tehdejší československé vlády byl počet správných odpovědí u obou průzkumů téměř totožný. U otázek týkajících se vymezení oblasti zasažené radioaktivním spadem, určení potravin nejvíce ohrožených rizikem kontaminace a určení způsobu, jakým se v největší míře projevilo ozáření u zasažených osob po cca 10 letech, byl mírný rozdíl v počtu správných odpovědí a to v průměru o 12 %. Nejvýznamnější rozdíl byl u otázky zaměřené na počet obyvatel tehdejší ČSSR, u kterých byla v důsledku havárie diagnostikována nemoc z ozáření, na kterou správně odpovědělo v mém šetření pouze 37 % respondentů, zatímco v porovnávaném šetření správně odpovědělo 81 % respondentů.

Závěr

Od roku 1986 znají lidé slovo Černobyl, jehož havárie se stala smutným synonymem jaderné energetiky, po celém světě. Havárie vzbudila konkrétní a bezprostřední obavy v celé Evropě a jak se později ukázalo, šlo o obavy zcela oprávněné. Zatímco západní demokratické státy informovaly své obyvatelstvo zcela otevřeně, pro občany zemí bývalého východního bloku měla nehoda zůstat utajenou katastrofou.

Hlavními cíli předložené práce bylo vypracování přehledu okamžitých a dlouhodobých následků havárie a provedení analýzy znalostí obyvatelstva o následcích havárie v závislosti na jejich věku. Vzhledem k předpokládaným výsledkům výzkumu jsem si stanovil následující hypotézy:

H1) Teoretické rozdělení znalostí obyvatelstva bude mít normální rozdělení,

H2) Osoby starší 45 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti než osoby mladší.

Má práce potvrdila obě zadané hypotézy a výsledky výzkumu jednoznačně prokázaly, že znalosti obyvatelstva u věkové skupiny starší 45 let výrazně převyšují znalosti obyvatel mladší věkové skupiny. Zároveň se mi podařilo splnit oba stanovené cíle. V teoretické části jsem popsal jak základní informace o jaderné elektrárně a průběhu havárie, tak jednotlivé typy následků. V kapitole 1. 3 jsem se zaměřil na situaci v tehdejší Československu a způsob informování obyvatel. Ke splnění druhého cíle jsem použil dotazníkové šetření, pomocí kterého jsem prověřil znalosti obyvatel týkající se povědomí o havárii a jejích následcích.

Znalosti a povědomí mladší generace o černobylské havárii (v celkovém zhodnocení dosáhla pouze 50 % správných odpovědí) považuji za velice nedostačující. Domnívám se, že ke zlepšení situace by mohla přispět důkladnější informovanost a vzdělávání jak na základních, tak středních školách a věnování této problematice více pozornosti například v rámci předmětu Příprava občanů k obraně státu (dříve branná výchova), který se opět vrátil do školních osnov.

Tato diplomová práce bude určena jako výukový materiál v Armádě ČR či případně pro odbornou i laickou veřejnost zajímající se o danou problematiku.

Seznam informačních zdrojů

1. *Nuclear Energy Institute: Chernobyl Accident and Its Consequences*. [online], [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: <http://www.nei.org/master-document-folder/backgrounders/fact-sheets/chernobyl-accident-and-its-consequences>
2. MATOUŠEK J., MIKA O., VIČAR D. *Nové hrozby terorismu: Chemický, biologický, radiologický a jaderný terorismus*: Brno, Univerzita obrany, 2005. s. 92-97. ISBN 80-7231-037-2;
3. SÚJB.INES – *Mezinárodní stupnice hodnocení závažnosti jaderných událostí*, [online], [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/INES.pdf>
4. *International Conference on Chernobyl: Looking Back to go Forward (2005: Vienna, Austria)*. [online], [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1312_web.pdf
5. RYZÍ, L., *Černobylská jaderná elektrárna* [online], [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://chernobylzone.cz/cernobylska-jaderna-elektrarna/>
6. KOMISE KGB. *Zpráva o nedostacích při stavbě 2. bloku jaderné elektrárny Černobyl*. [online], [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <http://www.pavrdca.cz/cernobyl/komise1979.html>.
7. KOSTKA T., *Havárie v jaderné elektrárně Černobyl* [online], [cit. 2016-01-5]. Dostupné z: <http://cernobyl.euweb.cz/>.
8. VALENTA P., *Všeobecný popis reaktoru*. [online], [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <http://proatom.luksoft.cz/view.php?cisloclanku=2006020303>.
9. SÚJB. *Zajištění jaderné bezpečnosti, radiační ochrany, fyzické ochrany a havarijní připravenosti výzkumných jaderných zařízení* [online]. 2013 [cit.2016-01-16]. Dostupné z:
https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/dokumenty/publikace/BN-JB1.15_Bezp_navod_vyzk_reakt_2013_rev1.pdf

10. PAVRDA J., *Reaktor a hlavní charakteristika reaktoru* [online], [cit. 2015-12-28]. Dostupné z: <http://www.pavrda.cz/cernobyl/rbmk/51.html>
11. LINHART P., *Ochrana člověka za mimořádných událostí*. Praha, Fortuna, 1. vyd., 2003. s. 93. ISBN 80-7168-869-X.
12. ILLEŠ, A. Š., PRALNIKOV, A. E., *Reportáž z Černobylu*. Praha: Československá komise pro atomovou energii v ústavu jaderných informací, Redakční příprava VN, MON, 1989. ISBN 80-7073-006-4
13. DRÁBOVÁ D., *Černobylská havárie aneb pravda není nikdy čistá a málokdy bývá jednoduchá* [online], [cit. 2016-01-17]. Dostupné z: http://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/cernobylska_havarie.pdf/view
14. KOLEKTIV AUTORŮ. *Patnáct let od havárie Černobylu – důsledky a poučení*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 2001, 33s.
15. SÚJB. *Havárie v Černobylu je s Fukušimou nesrovnatelná*. [online], [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <https://www.sujb.cz/aktualne/detail/clanek/havarie-v-cernobylu-je-s-fukusimou-nesrovnatelna/>
16. SÚRO. *Zdravotní následky černobylské katastrofy*, KLENER V., TOMÁŠEK L. [online], [cit. 2015-04-02]. Dostupné z: http://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/zdravotni_nasledky_cernobylu.pdf.
17. KLENER V., TOMÁŠEK L., SÚRO *Zdravotní následky Černobylské katastrofy* [online], [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/zdravotni_nasledky_cernobylu.pdf.
18. KOJZAR L., KOUDELKA J., HANZLÍK V. *Vojenský předpis Chem-1-5, Monitorování radiační situace v míru silami a prostředky Armády České republiky*, Praha: Správa chemického vojska, 2015. s. 32.
19. KOLÁČEK B., *Radiační ochrana pro pracovníky velmi významných zdrojů*. Brno: Školící výcvikové středisko, 2006. s. 22.

20. HÁLA J., *Radioaktivita, ionizující záření, jaderná energie*. Brno: Konvoj, 1. vyd., 1998. s. 57. ISBN 80-85615-56-8.
21. SÚJB. *Dědictví Černobylu: Zdravotní, ekologické a sociálně-ekonomické dopady* [online], [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/cernobyl/Cernobyl_CZ.pdf.
22. *Molten Salt Energy Technologies Web Site*. [online], [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: http://moltensalt.org.s3-website-us-east1.amazonaws.com/references/static/home.earthlink.net/bhoglund/radiation_Facts.html
23. LINHART P., ŠILHÁNEK B., *Ochrana obyvatelstva v Evropě*. Praha, MV-GŘ HZS ČR, 2005. s. 196. ISBN 80-86640-55-8.
24. *Chernobyl Nuclear Accident*. Green Facts. [online], [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://www.greenfacts.org/en/chernobyl/1-3/5-social-economicimpacts.htm#2p0>
25. *The Republic of Belarus*. The United Nations and Chernobyl. [online], [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.un.org/ha/chernobyl/belarus.html>
26. *Folgen von Tschernobyl*. [online], [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: http://tschernobyl-info.de/folgen-und-auswirkungen-von-tschernobyl#title_3
27. DRÁBOVÁ D., SÚJB. *Jaderná energetika před černobylskou havárií a po ní*. [online], [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/cernobyl/Vesmir_Cernobyl.pdf
28. OSTERREICHER J., VÁVROVÁ J., *Přednášky z radiobiologie*. Praha, Manus, 1. vyd., 2003. s. 112. ISBN 80-8567-10-17.
29. CHAPTER V., *Chernobyl: Assessment of Radiological and Health Impact*. [online], [cit. 2016-04-20]. Dostupné z: <http://www.oecd-nea.org/rp/chernobyl/c05.html>
30. GINZBURG H. M., *The psychological consequences of the Chernobyl accident - findings from the International Atomic Energy Agency Study*. [online], [cit.

- 2016-04-17]. Dostupné z: <http://nebi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1403359/pdf/pubhealthrep00068-0042.pdf>
31. BECKY A. M., *The Chernobyl necklace: the psychosocial experiences of fiale radiation emergency survivors*. [online], [cit. 2016-04-19]. Dostupné z: <http://belgeo.revues.org/15875>
32. KLENER V., SÚRO. *Patnáct let od Černobyli – bilance zdravotních následků*. [online], [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/cernobyl_zdr_nasl.pdf
33. KOLEKTIV AUTORŮ. *Deset let od havárie Černobyli – následky a poučení*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost, 1996, 37s.
34. IAEA. *Twenty Years After the Chernobyl Accident, Remarks on behalf of Dr Mohamed ElBaradei, Director General*, [online], [cit.2015-03-25]. Dostupné z: <http://www.iaea.org/technicalcooperation/Home/Highlights-Archive/Archive-2006-7/20yrAfterChernobyl.html>.
35. MALÁTOVÁ I., SÚRO. *Situace černobylské havárie v České republice* [online], [cit. 2016-01-14]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/situace_po_cernobylske_havarii_v_ceske_republice.pdf
36. KUBÍČEK P. *Vojenský předpis Chem-1-6, Činnost jednotek radiačního a chemického průzkumu*, Praha: Správa chemického vojska, 2009. s. 10.
37. ČESKOSLOVENSKÁ KOMISE PRO ATOMOVOU ENERGII, *Některé výsledky monitorování následků černobylské havárie v ČSSR* [online], [cit. 2016-01-13]. Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/nektere_vysledky.pdf
38. SÚRO. *Problematika kontaminace prasete divokého v ČR*. [online], [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.suro.cz/cz/publikace/aktuality/problematika-kontaminace-prasete-divokeho-v-cr-1>

39. VALENTA P., *Všeobecný popis reaktoru*. [online], [cit. 2015-12-28].
Dostupné z: <http://proatom.luksoft.cz/view.php?cislocclanku=2006020303>.
40. HŮLKA J., MALÁTOVÁ I., SÚRO. *Radiační situace v České republice, přehled hlavních výsledků měření a opatření* [online], [cit. 2016-01-13].
Dostupné z: http://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/radiacni_situace_v_cr_po_cernobylu.pdf
41. INSTITUT HYGIENY A EPIDEMIOLOGIE. *Zpráva o radiační situaci na území ČSSR po havárii jaderné elektrárny Černobyl* [online], [cit. 2016-01-14].
Dostupné z: https://www.suro.cz/cz/publikace/cernobyl/zprava_1987.pdf
42. *Cernobylzone.cz: Radiační dávky*. [online], [cit. 2016-04-25]. Dostupné z:
<http://chernobylzone.cz/radiacni-davky/>
43. *Černobyl: Jak se v roce 1986 neinformovalo* [online], [cit. 2016-01-22].
Dostupné z: <http://spolek-agera.cz/cernobyl-jak-se-v-roce-1986-neinformovalo/>
44. VANĚK M., *Černobyl – krize věrohodnosti. Politické dopady černobylské tragédie*. [online], [cit. 2016-04-28]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/cernobyl/Cernobyl_krize_verohodnosti.pdf
45. BAKER R. J., WICKLIFFE J. K., *Bulletin of the Atomic Scientists, Wildlife and Chernobyl: The scientific evidence for minimal impacts*. [online], [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://thebulletin.org/wildlife-and-chernobyl-scientific-evidence-minimal-impacts>
46. PRACHAŘ F., BALOG M., KYNCLOVÁ V., *Zkáza Černobylu*. Praha, Czech News Center, 1. vyd., 2016. s. 129. ISBN 978-80-87033-40-1.
47. KOSTKA T., *Havárie v jaderné elektrárně Černobyl* [online], [cit. 2016-05-01].
Dostupné z: <http://chernobyl.euweb.cz/>
48. *Backgrounder on Chernobyl Nuclear Power Plant Accident*. [online], [cit. 2015-05-01]. Dostupné z: <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/chernobyl-bg.html>

49. *Lessons of Chernobyl disaster, 30 years on* By Simon Sturdee (AFP), Apr 20, 2016. [online], [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://www.digitaljournal.com/news/world/lessons-of-chernobyl-disaster-30-years-on/article/463333>
50. *Začíná reálná likvidace jaderné elektrárny v Černobyli* [online], [cit. 2016-01-20]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/8614-zacina-realna-likvidace-jaderne-elektrarny-v-chernobyli.html>
51. DRÁBOVÁ D., *Černobylská havárie aneb Pravda není nikdy čistá a málokdy bývá jednoduchá*. [online], [cit. 2016-04-25]. Dostupné z: https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/chernobyl/chernobylska_havarie.pdf
52. ZÁŠKODNÝ P., ZÁŠKODNÁ H., *Metodologie vědeckého výzkumu: methodology of scientific research*. 1st. ed. Praha: Curriculum, 2014, 1 online zdroj (204 s.). ISBN 978-80-87894-03-3.
53. ZÁŠKODNÝ P., HAVRÁNKOVÁ R., HAVRÁNEK V. a VURM V. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. Praha: CURRICULUM, 2011. ISBN 978-80-904948-2-4.
54. ZÁŠKODNÝ P., *The principles of probability and statistics: (data mining approach) : bilingual Czech-English version*. 1st ed. Praha: Curriculum, 2013, 1 online zdroj (135 s.). ISBN 978-80-904948-5-5.
55. ZÁŠKODNÝ P., BUDINSKÝ P., HAVRÁNKOVÁ R., HAVRÁNEK J., *Základy ekonomické statistiky*. Praha: University of Finance and Administration. 2007. ISBN 80-86754-00-6
56. ANDĚL J., *Základy matematické statistiky*. Praha: MATFYZPRESS, 2007. ISBN 80-7378-001-1.
57. JAROŠ L., 2013. *Znalosti obyvatel ČR o radiačních rizicích vyplývající z havárie v jaderné elektrárně Černobyl*. České Budějovice. Diplomová práce.ZSF JU.

5 Seznam grafů

Graf 1: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 2	49
Graf 2: Rozdělení odpovědí respondentů u otázky č. 2	50
Graf 3: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 3	50
Graf 4: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 3	51
Graf 5: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 4	51
Graf 6: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 4	52
Graf 7: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 5	52
Graf 8: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 5	53
Graf 9: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 6	53
Graf 10: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 6	54
Graf 11: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 7	54
Graf 12: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 7	55
Graf 13: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 8	55
Graf 14: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 8	56
Graf 15: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 9	56
Graf 16: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 9	57
Graf 17: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 10	57
Graf 18: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 10	58
Graf 19: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 11	58
Graf 20: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 11	59
Graf 21: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 12	59
Graf 22: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 12	60
Graf 23: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 13	60
Graf 24: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 13	61
Graf 25: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 14	61
Graf 26: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 14	62
Graf 27: Zastoupení správných a chybných odpovědí u otázky č. 15	62
Graf 28: Rozdělení odpovědí respondentů dle věkových skupin u otázky č. 15	63
Graf 29: Polygon absolutních četností	69

Graf 30: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností.....	69
Graf 31: Polygon absolutních četností.....	77
Graf 30: Polygon empirického rozdělení kumulativních četností.....	77
Graf 33: Úspěšnost respondentů v jednotlivých otázkách.....	87

6 Seznam obrázků

Obrázek 1: Příčný řez zařízení reaktoru RBMK-1000.....	17
Obrázek 2: Rozpad 100 jednotek cesia ^{137}Cs v časové ose.....	24
Obrázek 3: Výskyt rakoviny štítné žlázy u dětí v Bělorusku, části Ruské federace a na Ukrajině.....	31
Obrázek 4: Rakoviny štítné žlázy u dětí v letech 1986 – 1997.....	33
Obrázek 5: Počet případů výskytu rakoviny štítné žlázy u dětí v letech 1986 – 1997 na 100 000 dětí.....	33
Obrázek 6: Podíl ozáření (v mSv) průměrného obyvatele ČR v roce 1986.....	37
Obrázek 7: Grafické znázornění nového sarkofágu.....	41

7 Seznam tabulek

Tabulka 1: Přehled jednotl. odpovědí respondentů ve věkové kategorii 18-44 let.....	64
Tabulka 2: Přehled jednotl. odpovědí respondentů ve věkové kategorii nad 45 let....	65
Tabulka3: Přehled jednotl. odpovědí všech oslovených respondentů.....	66
Tabulka 4: Škálování výsledků znalostí z dotazníkového šetření obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let.....	68
Tabulka 5: Výsledky měření (obyvatelé ve věku 18-44 let).....	68
Tabulka 6: Intervalové rozdělení četností výsledků znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let.....	71
Tabulka 7: Plochy jednotlivých integrálů pro testování znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let.....	73
Tabulka 8: Úprava počtu intervalů, výsledky testu dobré shody obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii 18-44 let.....	73
Tabulka 9: Škálování výsledků znalostí z dotazníkového šetření obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let.....	76
Tabulka 10: Výsledky měření (obyvatelé nad 45 let).....	76
Tabulka 11: Intervalové rozdělení četností výsledků znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let.....	79
Tabulka 12: Plochy jednotlivých integrálů pro testování znalostí obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let.....	80
Tabulka 13: Úprava počtu intervalů, výsledky testu dobré shody obyvatel Jihočeského kraje ve věkové kategorii nad 45 let.....	81

8 Seznam příloh

Příloha A: Dotazník výzkumu.....	101
---	-----

Příloha A: Dotazník pro fyzické osoby

Dotazník výzkumu

Jmenuji se Marek Pražák a jsem studentem Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulty, obor Civilní nouzová připravenost. Tento dotazník je součástí mé diplomové práce na téma „Znalosti obyvatelstva vybraného regionu o následcích havárie na jaderné elektrárně v Černobylu“ a jeho cílem je zjistit úroveň povědomí obyvatel týkající se výše zmíněného tématu.

U každé otázky označte, prosím, pouze jednu odpověď.

Velice Vám děkuji za Váš čas, který jste mému dotazníku věnoval(a).

1. Označte prosím svou věkovou kategorii:

- a) 18-44 let
- b) nad 45 let

2. V jakém roce došlo k havárii jaderné elektrárny Černobyl:

- a) 1982
- b) 1986
- c) 1991
- d) 1996

3. V jakém nynějším státě došlo k této havárii:

- a) Bělorusko
- b) Ukrajina
- c) Estonsko
- d) Rusko

4. Co bylo primární příčinou vzniku havárie:

- a) přírodní vlivy
- b) technická závada na reaktoru
- c) nepodařený experiment
- d) technická závada na chladicím systému

5. Jakou část světa zasáhl radioaktivní spad z havárie v Černobylu:

- a) Evropu
- b) Evropu a Asii
- c) Evropu, Asii a část Afriky
- d) Severní Ameriku

6. Zasáhl radioaktivní spad i bývalou ČSSR:

- a) ano
- b) ne

7. U jakých potravin hrozilo nejvyšší riziko jejich kontaminace:

- a) mléko a mléčné výrobky
- b) kořenová zelenina
- c) masné výrobky
- d) obilné výrobky

8. Domníváte se, že informovanost obyvatelstva ČSSR byla ze strany tehdejších médií dostatečná:

- a) ne, tehdejší vláda se snažila veškeré informace zatajit
- b) ano, obyvatelé byli o situaci okamžitě a pravdivě informováni
- c) ano, ale obyvatelstvu byly podávány zpožděné a záměrně zkreslené informace
- d) ano, ale byli informováni pouze zaměstnanci státní správy

9. Byla učiněna nějaká preventivní opatření ze strany československé vlády:

- a) ne, žádná zvláštní opatření prováděna nebyla
- b) ano, proběhl zákaz spotřeby a distribuce některých druhů potravin
- c) ano, proběhla evakuace osob z několika míst na území ČSSR
- d) ano, byl vydán krátkodobý zákaz vycházení

10. Kolik okamžitých obětí (v horizontu několika dní) si havárie vyžádala:

- a) 185 osob
- b) 31 osob
- c) 1 550 osob
- d) žádnou

11. Na který lidský orgán se v největší míře váže radioaktivní jód:

- a) ledviny
- b) štítná žláza
- c) pohlavní orgány
- d) centrální nervovou soustavu

12. Jakým způsobem se v největší míře projevilo ozáření u zasažených osob po cca 10 letech:

- a) akutní nemocí z ozáření
- b) selháním srdce
- c) selháním funkce jater
- d) leukémií

13. Jaká skupina obyvatel byla v době havárie nejohroženější:

- a) děti a mladiství do 15let
- b) lidé mezi 20 – 40 lety
- c) lidé mezi 40– 60 lety
- d) lidé nad 60 let

14. Jak rozlehlá je tzv. zakázaná zóna v okolí elektrárny:

- a) okruh 60 km
- b) okruh 120 km
- c) okruh 30 km
- d) okruh 3 km

15. U kolika obyvatel tehdejší ČSSR byla v důsledku havárie v Černobylu diagnostikována nemoc z ozáření:

- a) u žádné osoby
- b) u 5 osob
- c) u 20 osob
- d) u 50 osob