



Zdravotně  
sociální fakulta  
Faculty of Health  
and Social Sciences

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

**Jaderné testy a jejich vliv na zdraví člověka**

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Studijní program:

Ochrana obyvatelstva

**Autor:** Michaela Macurová

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

České Budějovice 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem *Jaderné testy a jejich vliv na zdraví člověka* jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích dne 3. května 2019

.....

Macurová Michaela

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala vedoucí bakalářské práce Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za ochotu, cenné rady a čas strávený konzultacemi, které byly nezbytné pro vypracování této bakalářské práce. Zároveň bych chtěla také poděkovat každému, kdo byl ochoten stát se součástí výzkumu k mé bakalářské práci.

# **Jaderné testy a jejich vliv na zdraví člověka**

## **Abstrakt**

Bakalářská práce byla zpracována na téma jaderné testy a jejich vliv na zdraví člověka. Problematika jaderného testování v návaznosti na situaci v Severní Koreji je v současné době stále aktuální.

Cílem práce bylo zjistit míru znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus. Druhým cílem bylo porovnat znalosti obyvatelstva o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus ve věkové kategorii do 40 let a nad 40 let. Pro tento účel byly stanoveny hypotézy: „Více než 2/3 všech oslovených respondentů ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje budou mít v dotazníkovém šetření, týkající se testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus, více než 50 % odpovědí správných“ a „Respondenti starší 40 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.“

Za účelem dosažení stanovených cílů a ověření hypotéz bylo provedeno dotazníkové šetření, jehož výsledky byly vyhodnoceny za pomoci metod deskriptivní a matematické statistiky. Dotazník obsahoval 13 otázek. Celkově se zapojilo 100 respondentů. Byla potvrzena hypotéza, že více než 2/3 všech respondentů má více než 50 % odpovědí správných. Druhá hypotéza, že míra znalostí u respondentů starších 40 let je statisticky významně vyšší, byla vyvrácena.

V rámci této bakalářské práce vznikl obraz míry znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus. Práce by mohla sloužit jako studijní materiál pro studenty studijního programu ochrany obyvatelstva a příbuzných oborů.

## **Klíčová slova**

Jaderný test; jaderná zbraň; jaderný výbuch; jaderný program; ionizující záření; vliv na zdraví.

# **Nuclear tests and their impact on human health**

## **Abstract**

This dissertation was composed to explore nuclear tests and their impacts on human health. The problematics involved with nuclear testing in conjunction with the situation in North Korea are still relevant today.

The aim of the thesis was to determine the level of knowledge of the Czech South Bohemian population regarding nuclear weapon testing, and their effects on the human body. The population was divided into two categories; people under 40, and over 40 years of age. The hypotheses of this study are: “Over 2/3 of the respondents in selected localities of the South Bohemian Region will have more than 50 % of correct answers in the questionnaire on nuclear weapons testing and their effects on the human body,” and “Respondents older than 40 years will have significantly higher knowledge of nuclear weapons testing and their effects on the human body than respondents younger than age of 40 years.”

In order to achieve the set aims and verify the hypotheses, a questionnaire was carried out, and the results were then evaluated using descriptive and mathematical statistics. The questionnaire consisted of 13 questions, and in total 100 respondents participated. The results seen from the questionnaire support the first hypothesis mentioned above. The second hypothesis was disproved.

Within the framework of this dissertation, an overview of the populations level of knowledge regarding nuclear weapons testing and their effects on human organisms was illustrated for the South Bohemian Region. This dissertation could serve as study material for students of the protection of population degree programme and other related degrees.

## **Key words**

Nuclear test; nuclear weapon; nuclear explosion; nuclear program; ionizing radiation; impact on health.

# OBSAH

Úvod.....	8
Teoretická část .....	9
1.1    Jaderné testy .....	9
1.1.1    Průběh jaderného výbuchu a jeho ničivé účinky.....	10
1.1.2    Modelace výbuchu .....	14
1.2    Dělení jaderných zbraní .....	17
1.2.1    Štěpné zbraně .....	17
1.2.2    Termonukleární zbraně .....	18
1.2.3    Neutronové zbraně .....	19
1.3    Historie jaderného testování.....	19
1.3.1    Jaderný program USA.....	20
1.3.2    Jaderný program Ruska.....	23
1.3.3    Jaderný program Velké Británie .....	24
1.3.4    Jaderný program Francie.....	25
1.3.5    Jaderný program Číny .....	26
1.3.6    Jaderný program Indie.....	27
1.3.7    Jaderný program Pákistánu .....	28
1.3.8    Jaderný program Severní Korey.....	28
1.4    Vliv jaderných testů na zdraví člověka .....	29
1.4.1    Tlaková vlna.....	29
1.4.2    Tepelné záření .....	30
1.4.3    Ionizující záření.....	30
1.4.4    Psychologické dopady.....	35
1.5    Smlouvy o nešíření jaderných zbraní .....	36
1.6    Metody deskriptivní statistiky .....	37
1.6.1    Formulace statistického šetření .....	38
1.6.2    Škálování a měření .....	38
1.6.3    Elementární statistické zpracování.....	39
1.7    Metody matematické statistiky .....	39
1.7.1    Parametrické testování hypotéz.....	40
2    Cíle práce a hypotézy .....	41
3    Metodika.....	42
4    Výsledky.....	44
4.1    Statistické zpracování výsledků – věkové skupiny mladší 40 let .....	74
4.1.1    Škálování a měření – věkové skupiny mladší 40 let .....	74

4.1.2	Elementární statistické zpracování – věkové skupiny mladší 40 let .....	75
4.2	Statistické zpracování výsledků – věkové skupiny starší 40 let.....	78
4.2.1	Škálování a měření – věkové skupiny starší 40 let .....	78
4.2.2	Elementární statistické zpracování – věkové skupiny starší 40 let .....	79
4.3	Parametrické testování – dvouvýběrový t-test .....	82
5	Diskuze .....	84
5.1	Diskuze k otázkám uvedeným v dotazníku.....	84
5.2	Diskuze ke statistickému šetření .....	89
6	Závěr.....	91
7	Seznam použitých zdrojů .....	92
8	Seznam obrázků.....	97
9	Seznam tabulek.....	100
10	Seznam příloh .....	101
11	Seznam použitých zkratk .....	108

## ÚVOD

Jaderný výzkum a vývoj jaderných zbraní sahá až do období na přelomu 30. a 40. let dvacátého století. V této době došlo na základě řady nových poznatků z fyziky a chemie k objevu možnosti štěpení atomového jádra. To odstartovalo honbu za vývojem jaderných zbraní. První jaderný test provedly Spojené státy americké v roce 1945 v Novém Mexiku. Následovalo svržení jaderných pum na japonská města Hirošimu a Nagasaki, přičemž tyto události vedly ke kapitulaci Japonska a ukončení druhé světové války.

Po ukončení války stále více zemí prahlo po svém jaderném programu a připojení se k tzv. jadernému klubu mocností. Během této éry od roku 1945 až po současnost svět zaznamenal přes 2 400 jaderných testů. Zároveň v této etapě tzv. jaderného zbrojení si společnost začala uvědomovat zdravotní rizika a dopady na životní prostředí, které obnáší jaderné testování. Reakcí na jaderné zbrojení bylo ustanovení tzv. UNSCEAR v roce 1955 a podepsání smluv, které omezovaly či přímo zakazovaly jaderné testování. Smlouva o částečném zákazu jaderných pokusů byla přijata v roce 1963 a následně v roce 1996 byla přijata Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek.

Testování jaderných zbraní je v dnešní době stále aktuální téma. Vzhledem k situaci v Severní Korey se hrozba dalšího jaderného testování nevyklučuje. Z historických poznatků lze zcela jasně doložit vliv jaderného testování na zdraví člověka, ale i na celou společnost, tudíž by se této problematice měla věnovat větší pozornost.



## TEORETICKÁ ČÁST

Teoretická část bakalářské práce se zabývá problematikou jaderného testování, tzv. jadernými testy, průběhem jaderného výbuchu a jeho ničivými účinky. Dále jsou v práci definovány jaderné zbraně a jejich dělení. Následující část je zaměřena na historii, ve které jsou rozebrány jaderné programy jednotlivých jaderných velmocí a zároveň jsou zmíněny nejdůležitější historické milníky týkající se jaderného testování. Další kapitola pojednává o vlivu jaderných testů na zdraví člověka. V neposlední řadě je uvedena část věnující se smlouvám o nešíření jaderných zbraní.

### 1.1 Jaderné testy

Jaderný test představuje zkušební jaderný výbuch, který je důkladně sledován a vyhodnocován. Cílem je vyzkoušet a ověřit sílu, účinky a také funkčnost jaderné či termojaderné bomby. Na základě těchto testů je možno zjistit i odolnost různých zařízení proti těmto účinkům. V neposlední řadě představují také akt demonstrace vojenské síly. V rámci jaderného testování hraje významnou roli místo, kde bude jaderný test proveden. Rozsah jednotlivých účinků jaderného výbuchu se odvíjí od zvoleného způsobu provedení. Jaderné výbuchy lze tedy rozdělit, na základě vztahu k zemskému povrchu (obrázek 1) na (Matoušek et al., 2007):

- vysoké vzdušné;
- nízké vzdušné;
- pozemní;
- hladinové;
- podzemní;
- podhladinové.



**Obrázek 1: Typy oblaků vznikajících po jaderném výbuchu ve vztahu k zemskému povrchu.**

Zdroj: Survival Ability

### ***1.1.1 Průběh jaderného výbuchu a jeho ničivé účinky***

V jaderné zbrani dochází při výbuchu k řetězové reakci. Doba rozvoje této reakce trvá přibližně jednu miliontinu sekundy. Následuje uvolnění obrovského množství energie, která pochází z vazebných sil mezi částicemi obsažených v atomu daného prvku. Uvolněná energie se projeví teplotou několika desítek miliónů °C, podobně jako na Slunci, kde probíhají analogické jaderné reakce. Množství energie uvolněné během exploze je vyjádřeno v tritolu nebo-li trinitrotoluenu (dále jen „TNT“) (Mika et al., 2011). Jednotkou je jedna metrická tuna, značena t TNT. Hodnoty mohou nabývat hodnot od 0,1 t TNT až do desítek Mt TNT. (Kuna et al., 2003). V epicentru výbuchu tlak dosahuje hodnoty  $10^{15}$  N/m<sup>3</sup>. Většina energie se předává blízkému okolí ve formě kinetické a excitační energie. Při explozi dochází k odpaření konstrukčního materiálu nálože a vývoji světelného efektu obklopující centrum reakce. Rozžhavený materiál stlačuje vrstvy vzduchu a tím dochází k vývinu tlakové vlny, která se prostorem šíří ve tvaru kulových vlnoploch. Výbuch způsobuje rozrušení zeminy a zapříčiňuje mohutné víření prachu, který se díky silnému vzestupnému proudu zvedá ve tvaru sloupu. Prach je vtahován do vířivého prstence, kde se mísí s rozžhaveným materiálem a tím jsou prachové částice zeminy přetaveny na sklovité částičky kapkovitého tvaru. Oblak prachu nabývá na objemu a stoupá, až dosáhne maximální výšky, kde jsou rozměry oblaku rovněž

maximální. Během exploze se také uvolní silný impuls ionizujícího záření, který je vysílán ve formě neutronových a gama kvant, která představují okamžitou pronikavou radiaci výbuchu. Po skončení jaderného výbuchu představují štěpné zplodiny, nezreagovaná jaderná výbušnina či vzniklé izotopy z půdy, vzduchu apod. indukovanou nebo-li druhotnou radioaktivitu. Radioaktivní mrak se rozptýluje v atmosféře a je unášen vzdušnými proudy po okolí. (Armádní noviny, 2014) K ničivým účinkům jaderných výbuchů se tedy řadí (Matoušek et al., 2007):

- vzdušná tlaková vlna;
- rázová vlna;
- ionizující záření;
- světelné záření;
- tepelné záření;
- elektromagnetický impuls;
- radioaktivní kontaminace.

Podíl energie v závislosti na druhu jaderné zbraně, viz tabulka 1.

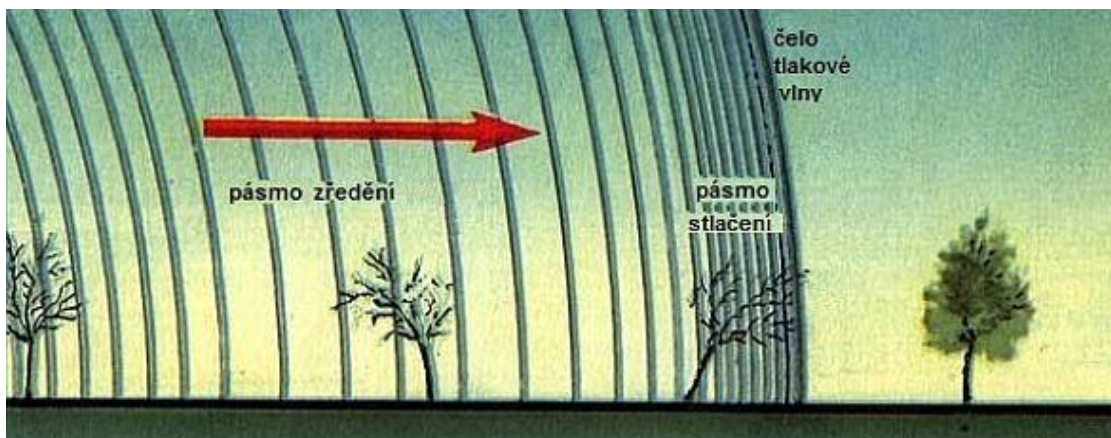
**Tabulka 1: Procentuální podíl energie v závislosti na druhu jaderné zbraně**

<b>Destruktivní faktor</b>	<b>Podíl energie uvolněné štěpnou zbraní v %</b>	<b>Podíl energie uvolněné termonukleární zbraní v %</b>
tlaková vlna	35	8
světelné a tepelné záření	35	8
okamžitá expozice	5	70
radioaktivní kontaminace	6	0
energie radioaktivního mraku	19	14

Zdroj: Kuna et al., 2003

### ***Tlaková vlna***

Tlaková vlna (viz obrázek 2) vzniká prudkým pohybem vzduchu od epicentra. Důvodem je tepelná roztažnost vzduchu v místě výbuchu, která se šíří rychlostí zvuku. Rozžhavaná vrstva vzduchu tlačuje před sebou okolní vrstvy vzduchu a uvádí je do pohybu. Po oddělení přední vrstvy pásma stlačení tzv. čela tlakové vlny od ohnivé koule, vzniká za tímto pásmem pásmo se sníženým tlakem tzv. podtlakem. Označit ho lze také jako tzv. pásmo zředění. V tomto pásmu dochází k pohybu vzduchu z okolí směrem k epicentru. Šíření tlakové vlny je zásadně ovlivňováno daným terénem. Při nárazu na překážku působí na čelní stranu do doby, než dojde k obtékání překážky z důvodu vyrovnávání tlaku. Na čelní straně překážky v čele tlakové vlny vzrůstá přetlak až třikrát, u odvrácené strany se přetlak snižuje. Ničivé účinky jsou tedy menší u pahorkatého terénu než u rovinatého. (Armádní noviny, 2014)



**Obrázek 2: Průřez tlakovou vlnou při jaderném výbuchu**

Zdroj: Survival Ability

### ***Okamžitá expozice***

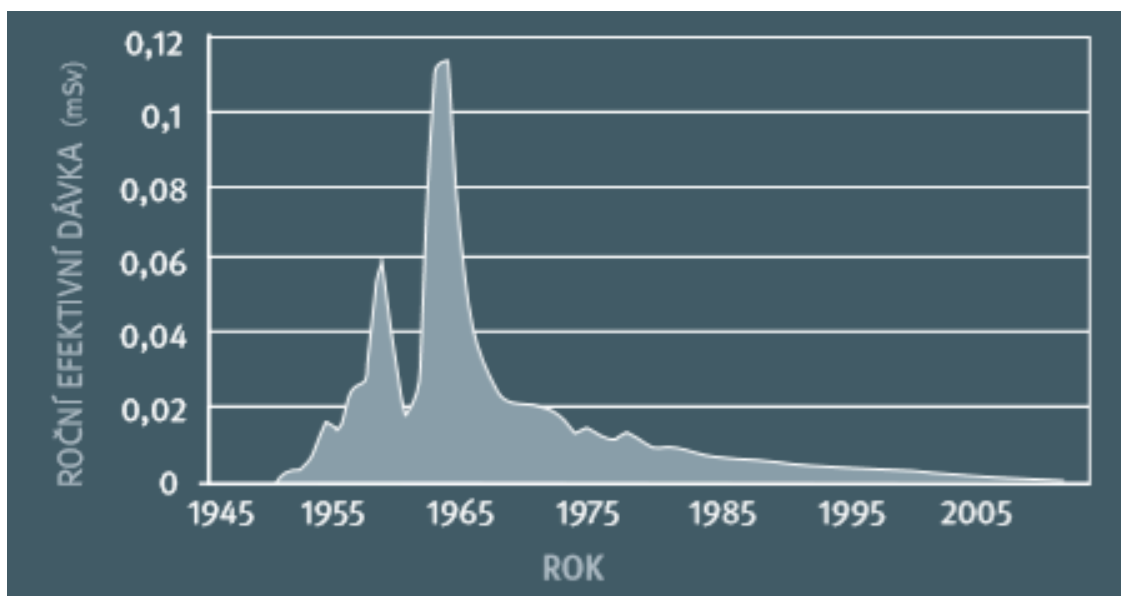
V prvních 15 sekundách po výbuchu dochází k uvolňování pronikavé radiace, která je tvořena zářením gama a tokem neutronů. Tyto dva druhy ionizujícího záření mají schopnost interakce s prostředím. (Grohmann, 2014)

### ***Elektromagnetický impulz***

Při jaderném výbuchu dochází k vytvoření elektromagnetického impulzu, který je krátký, ale velmi intenzivní. Se vzdáleností od epicentra tato intenzita slábne. Jedná se o tok nabitých částic, které způsobují zničení řady elektrických a elektronických zařízení. V důsledku zničení převážně počítačů, rádiových a radiolokačních přijímačů je znemožněna účinná komunikace, která je ještě vystupňována stresogenním efektem jaderného výbuchu. (Mika et al., 2011)

### ***Radioaktivní spad***

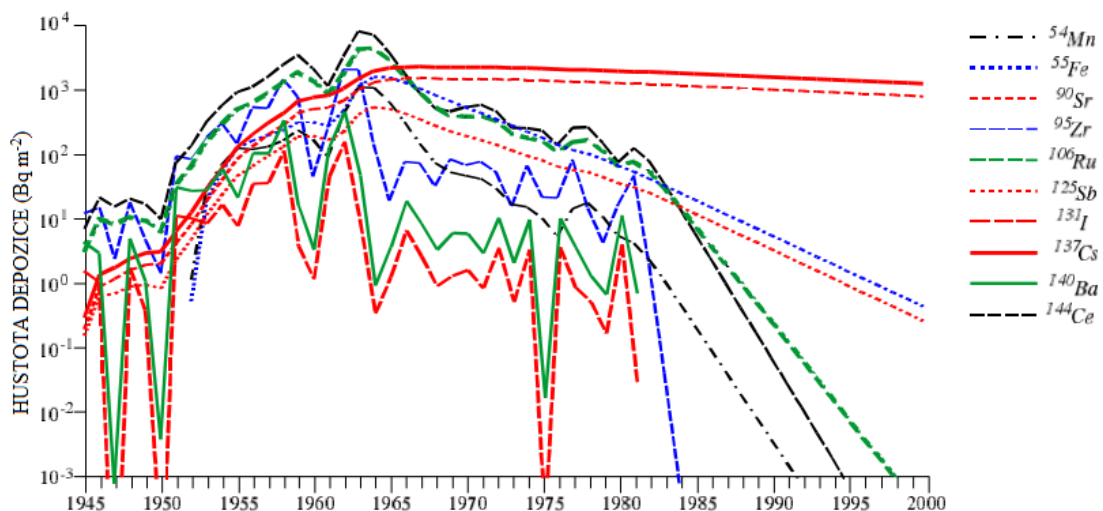
Znepokojující částí výbuchu je rozsáhlá kontaminace životního prostředí, při které dochází k radiační expozici osob. Tento fakt vedl k ustanovení United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (dále jen „UNSCEAR“) v roce 1955 (UNSCEAR, 2018). Nejvyšší odhad průměrných efektivních dávek z globálního spadu činil v roce 1963 0,11 mSv. Postupem času docházelo k poklesu až k dnešní hodnotě okolo 0,005 mSv, viz obrázek 3. (SÚJB, 2016)



**Obrázek 3: Celosvětové průměrné dávky na jednotlivce způsobené spadem z jaderných testů.**

Zdroj: SÚJB, 2016

Během jaderného testování se do ovzduší dostalo velké množství antropogenních radionuklidů. Během jaderného výbuchu z každé kilotony TNT mohutnosti nálože, vzniká 50 gramů štěpných produktů (Havránková et al., 2018). Nejvýznamnější radionuklidy, které jsou přítomny v životním prostředí i nadále, jsou převážně  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  a  $^{14}\text{C}$  (Navrátil et al., 2010). Kromě těchto nuklidů s dlouhým poločasem rozpadu, docházelo k uvolnění i řady dalších radionuklidů, viz obrázek 4. (UNSCEAR, 2000a)



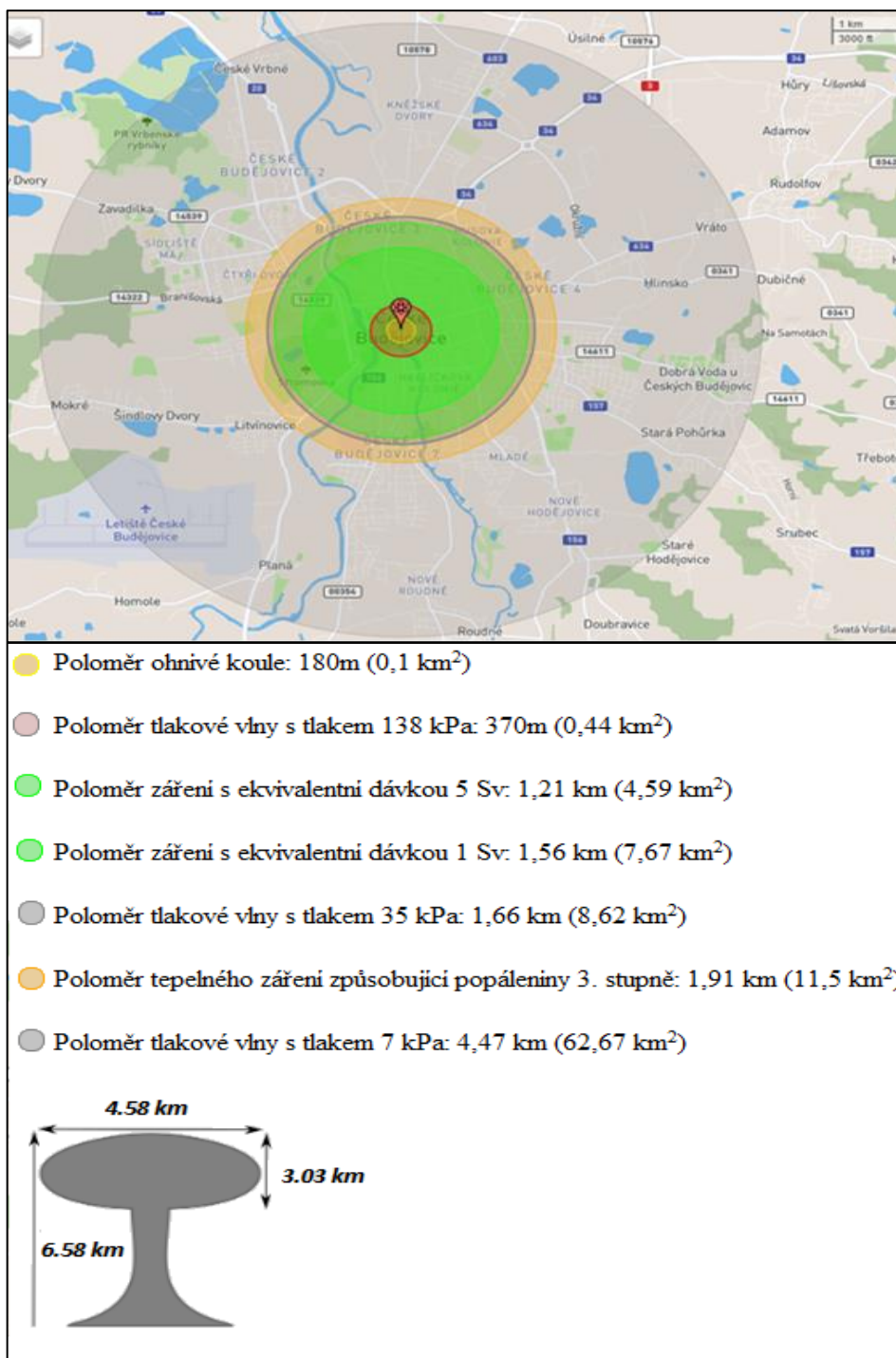
**Obrázek 4: Celosvětový vážený součet hustoty uložených radioaktivních částic vzniklých při jaderném testování v atmosféře.**

Zdroj: UNSCEAR, 2000a

### 1.1.2 Modelace výbuchu

Pro modelaci výbuchu byla zvolena jaderná zbraň střední ráže o mohutnosti 15 kt TNT, tedy stejná nálož jako při útoku na Hirošimu. Pokud dojde k detonaci ve výšce 579 m nad zemí např. nad náměstím Přemysla Otakara II. v Českých Budějovicích, tlaková vlna doputuje do míst vzdálených téměř 4,5 km od epicentra, viz obrázek 5. Při přetlaku 138 kPa dojde k poškození, či úplnému zničení betonových staveb, až do vzdálenosti 370 m od středu. Mortalita v tomto pásmu je 100 %, dochází k sublimaci osob. Ve vzdálenosti 1,66 km dosahuje přetlak přibližně 35 kPa. U většiny obytných budov dojde ke zhroucení a u přítomných osob k rozsáhlým poraněním

či ke smrti. Ve vzdálenosti 4,47 km od místa výbuchu se přetlak pohybuje kolem hodnoty 7 kPa, který způsobí vyražení skleňených výplní oken. Přetlak může zapříčinit vysoký počet zraněných osob, které si stouply k oknu po tom, kdy zahlédly záblesk světla z jaderné exploze, ještě předtím než k nim dorazila tlaková vlna. Osoby nacházející se ve vzdálenosti 1,21 km obdrží dávku 5 Gy. Dojde u nich k rozvoji akutní nemoci z ozáření. Ve vzdálenosti 1,56 km bude dávka kolem hodnoty 1 Gy. Celkem je předpokládáno 36 130 obětí a 32 040 zraněných osob. Výška atomového hříbu bude dosahovat 6,58 km a šířky 4,58 km. (Wellerstein, ©2019)



**Obrázek 5: Modelace výbuchu jaderné zbraně umístěné na náměstí Přemysla Otakara II.**

Zdroj: <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>



## 1.2 Dělení jaderných zbraní

Jaderné zbraně se rozdělují na základě hmotnosti tritolového ekvivalentu do skupin, viz tabulka 2.

**Tabulka 2: Rozdělení jaderných zbraní na základě mohutnosti.**

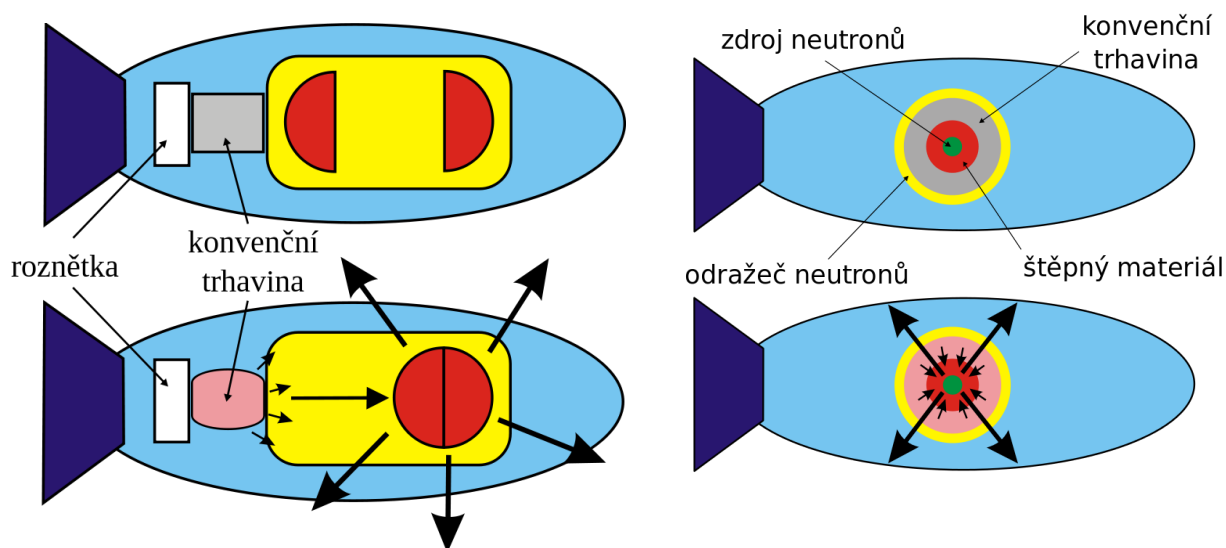
Mohutnost	TNT
velmi malé ráže	do 1 kt
malé ráže	1–10 kt
střední ráže	10–100 kt
velké ráže	100 kt–1 Mt
velmi velké ráže	nad 1 Mt

Zdroj: Kuna et al., 2003

Na základě mohutnosti jaderné zbraně se volí příslušný nosič, který dopraví zbraň na cíl. Takovým nosičem může být raketa, hlavice, letecká puma, dělostřelecký granát, mina atd. Energie, která je uvolňována při výbuchu, se získává štěpením těžkých jader nebo syntézou jader lehkých prvků. (Mika et al., 2011)

### 1.2.1 Štěpné zbraně

Energie jaderné zbraně je uvolněna ze štěpení těžkých jader převážně  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{235}\text{U}$  aj. K tomu, aby došlo k výbuchu, je zapotřebí iniciovat štěpnou řetězovou reakci. Štěpné řetězové reakce se docílí dodáním neutronů jádrům zmíněných prvků. Neutrony se získají např. ze směsi rádia a berylia. Ve zbraní je palivo rozděleno do dvou až tří částí výbušniny. V okamžiku výbuchu se tyto části spojí a dojde k vytvoření nadkritického množství paliva. Nadkritické množství je základem pro proběhnutí řetězové reakce, viz obrázek 6. Tato reakce trvá řádově miliontiny sekundy. (Havránková et al., 2018)

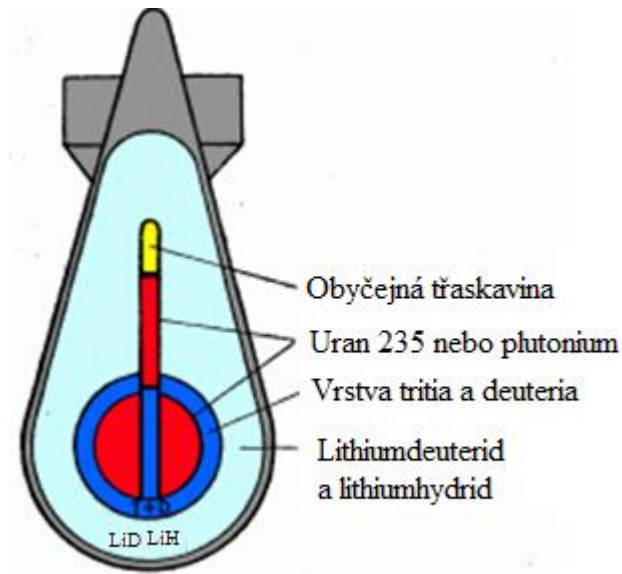


**Obrázek 6: Princip štěpné zbraně**

Zdroj: Jaderná zbraň, 2019

### 1.2.2 Termonukleární zbraně

Termonukleární zbraně jsou označovány také jako fúzní zbraně či vodíkové pumy (obrázek 7). Energie u termojaderných zbraní se získává syntézou jader lehkých prvků jako jsou např. izotopy vodíku. Pro syntézu jader je zapotřebí vysoké teploty, řádově několik milionů °C. Tato teplota se získá za pomoci štěpné nálože. Po dosažení dostatečné teploty dojde k emitaci neutronů. Během termojaderné reakce je radioaktivní zamoření minimální, protože radioaktivní štěpné produkty vznikají pouze z roznětky. Z tohoto důvodu se těmito zbraním přezdívá tzv. „čisté jaderné zbraně“. Ničivý účinek termonukleární zbraně lineárně roste v závislosti na množství náplně. (Králová, 2019)



**Obrázek 7: Vodíková bomba s tritiem**

Zdroj: Králová, 2019

### 1.2.3 Neutronové zbraně

Neutronová zbraň představuje miniaturu termonukleární zbraně ráže přibližně 1 kt (max 15 kt). Roznětka při výbuchu zajistí syntézu tritia a deuteria. V průběhu syntézy se uvolňuje až 80 % energie ve formě okamžitého pronikajícího neutronového záření s vysokou energií (Kuna et al., 2003). Proto je neutronová zbraň označována jako zbraň se zesílenou radiací. Efektivní dosah počátečního záření je několikrát větší než dosah tepelné a tlakové vlny. V případě neutronové zbraně dochází k malému zamoření okolí, z důvodu malého množství štěpných produktů v roznětce. Při interakci neutronů a atomových jader prostředí vzniká indukovaná radioaktivita, která přetrvává pouze několik hodin. (Mika et al., 2011)

### 1.3 Historie jaderného testování

Jaderný výzkum a vývoj jaderných zbraní sahá až do období na přelomu 30. a 40. let dvacátého století. V této době došlo na základě řady nových poznatků z fyziky a chemie k objevu možnosti štěpení atomového jádra. Během 2. světové války probíhal vývoj jaderných zbraní jak na straně nacistického Německa a císařského Japonska, tak i na straně protihitlerovské koalice ve Spojených státech amerických (dále

jen „USA“), Svazu sovětských socialistických republik (dále jen „SSSR“), Francii a Velké Británii (dále jen „UK“). Prvenství si vydobily USA úspěšným pokusným výbuchem v červenci 1945. Pro účely jaderného testování zřizovaly jaderné velmoci polygony ve vhodných lokalitách po celém světě, viz příloha A. (Matoušek et al., 2007)

Počet testovaných jaderných zařízení a provedených nukleárních explozí je těžké přesně stanovit. Některá testovaná zařízení nedosáhla výrazného výbuchu, nebo na druhou stranu se jednalo o explozi většího počtu jaderných zařízení v rámci jednoho testu. Není tudíž zřejmé, zda byly správně identifikovány a vyčísleny veškeré testy vícenásobných jaderných zařízení. Jaderné testy byly prováděny ve skupinách známých jako "operace" nebo "testové řady". Každá série byla samostatná operace, která byla organizována a prováděna nezávisle na jiných operacích. (United States Nuclear Tests, 2015)

### ***1.3.1 Jaderný program USA***

Mezi 16. červencem 1945 a 23. zářím 1992 provedly USA podle oficiálního počtu 1 054 jaderných testů a dva jaderné útoky. Atmosférické testy probíhaly do roku 1958. Během této doby bylo uskutečněno 210 testů, včetně čtyř ve spolupráci s UK. V celkovém počtu nejsou zahrnuty jaderné útoky na Hirošimu a Nagasaki. V rámci podhladinových testů bylo 5 detonací. Nicméně po podepsání dohody o částečném zákazu jaderných zbraní se jaderné testy přesunuly do podzemí. Celkově provedených podzemních testů bylo 839, včetně 24 ve spolupráci s UK. (United States Nuclear Tests, 2015)

#### ***Místa testování***

První jaderný test se uskutečnil na území Nového Mexika. Od června 1946 do listopadu 1962 probíhaly atmosférické a podhladinové testy na Marshallových ostrovech, přesněji na atolech Bikini a Enewetak, dále na Vánočních ostrovech, atolu Johnston v Tichém oceánu a nad jižním Atlantským oceánem. Mezi lednem 1951 a červencem 1962 byly prováděny atmosférické a podzemní testy na území Nevada National Security site (dále jen „NNSS“) (UNSCEAR, 2000a). Od června 1963 veškeré jaderné testy prováděné na území USA byly přesunuty do podzemí a většina z nich na území NNSS. Některé

testy se uskutečnily také na území Nevada Test and Training range (dále jen „NTTR“), ve střední a severozápadní Nevadě, Coloradu, Novém Mexiku, Mississippi a ostrově Amčítka u pobřeží Aljašky. (United States Nuclear Tests, 2015)

### *Historické milníky*

Prvotním impulzem pro počátek výzkumu bylo neočekávané vybombardování námořní základny Pearl Harbor na ostrově Oahu v Hawajském souostroví v prosinci 1941. V létě následujícího roku, kdy již USA byly ve válce s Japonskem a Německem, byl vytvořen nový ženíjný útvar s názvem Manhattan Engineering Distric. Pro nejtajnější část projektu byla vybrána lokalita Los Alamos, nacházející se nedaleko Santa Fé. Klíčovým momentem celého utajeného vývoje jaderné pumy byl pokusný výbuch, který byl proveden 16. července 1945 a byl označen krycím názvem Trinity. Cílem tohoto pokusu bylo ověřit kritické množství štěpné náplně čistého plutonia, dále spolehlivost konstrukčního provedení a účinky výbuchu. Pro tento test bylo vybráno odlehlé místo v polopoušti na území státu Nové Mexiko v blízkosti města Alamogordo. Výbuch byl uskutečněn jako pozemní, při kterém byla nálož o síle 21 kt TNT upevněna na věž ve výšce 30,5 m. (UNSCEAR, 2000a; Matoušek et al., 2007)

Prvním válečným použitím jaderné zbraně se stalo svržení uranové pumy nazvané Little Boy na japonské město Hirošima. Úderným dnem se stal 6. srpen 1945, kdy puma byla svržena z bombardéru B-29 nesoucí název Enola Gay. Puma o síle 15 kt TNT vybuchla ve výšce 579 m nad terénem. Během útoku zahynulo dle amerických údajů 70 tisíc obyvatel a dalších 70 tisíc jich bylo zraněno, na druhou stranu dle japonských údajů došlo k okamžité ztrátě 140 tisíc osob a k dalším desetitisícům obětí na pozdní následky. Druhým válečným použitím jaderné zbraně se stal útok na Nagasaki. Pro tento cíl byla určena plutoniová puma implozivního typu o síle 20 kt TNT, nesoucí název Fat Man. Ke shození došlo 9. srpna 1945, tedy tři dny po útoku na Hirošimu. Událost si vyžádala dle amerických údajů 36 tisíc lidských životů a 40 tisíc raněných. Podle japonských dat zemřelo 72 tisíc osob. (Matoušek et al., 2007; United States Nuclear Tests, 2015)

Operace Crossroads byla provedena v létě roku 1946. Jednalo se o první ze série testů, které měly simulovat použití jaderného arzenálu v různých bojových podmínkách. Pro místo operace byl vybrán mikroneský atol Bikini, který je součástí Marshallových ostrovů. Náročných příprav, které předcházely pokusným atomovým výbuchům,

se účastnilo 40 tisíc lidí. Jednalo se tedy o nejvyšší počet osob, který se kdy účastnil vědeckého pokusu. Před začátkem testování muselo oblast opustit 180 domorodců, kteří se v příštích padesáti letech z důvodu vysoké radiace nemohli vrátit do svých domovů. K atolu Bikini připlulo americké námořnictvo s 92 válečnými loděmi, vlastními i ukořistěnými od Japonců a Němců. Na jednu z lodí umístili vědci živá zvířata, aby pozorovali účinky jaderných zbraní na živých tvorech a také účinky na vojenskou techniku. Operace byla rozdělena do tří fází, ze kterých se nakonec uskutečnily pouze dvě. První pokus nazvaný Able se uskutečnil 1. července 1946. Puma stejného typu, která byla použita na Nagasaki, byla shozena z letounu B-29 přezdívaného Dave's Dream. K explozi pumy o síle 21 kt TNT došlo ve výšce 160 m nad mořskou hladinou. Výbuch zanechal na lodích následky v podobě seškvaření a zdeformování, nikoliv však celkového zničení. Druhý pokus byl proveden 25. července 1946 pod krycím názvem Baker. Poprvé v dějinách se jednalo o jaderný výbuch pod hladinou moře. Puma o síle 21 kt TNT, vybuchla v hloubce 27 m pod hladinou moře. Výsledky byly ohromující. Síla exploze pod hladinou byla mnohonásobně větší, než exploze v atmosféře. Třetí pokus nazvaný krycím jménem Charlie, který měl být mnohem silnější, se neuskutečnil. Prezident Truman se zalekl možných následků testů a operaci Crossroads ukončil. (Nekola, 2017)

Nejsilnější atmosférický výbuch USA byl proveden 28. února 1954 na atolu Bikini. Puma s názvem Bravo o síle 15 Mt TNT, která byla součástí operace Castle, vybuchla ve výšce 7 metrů. Účinky výbuchu byly 2,5 krát větší, než vědci předpokládali. Mrak radioaktivních částic zasáhl jak vojáky a ostrovany, tak i japonskou námořní loď, která omylem vplula do zakázané zóny. Tento jaderný test se na základě neutajitelných důsledků jaderných testů vtiskl do podvědomí široké veřejnosti. Dalším významným testem byl první podzemní test, který přišel na řadu 26. července 1957. Výbuch byl v hloubce 152 m pod zemským povrchem ve vertikální šachtě, která nebyla následkem výbuchu zasypána. Poslední podzemní test o síle menší než 20 kt TNT s krycím názvem Divider uzavřel 23. září 1992 éru jaderného testování USA. (United States Nuclear Tests, 2015)

### ***1.3.2 Jaderný program Ruska***

Vojenská politika státu vycházela z přesvědčení, že silné kapitalistické státy připravují proti Rusku jadernou válku za účelem jeho totálního zničení. V polovině 50. let minulého století proto SSSR začalo klást důraz na demonstraci své síly. Po svržení pum na Hirošimu a Nagasaki nabral jaderný program na obrátkách. Jaderné testování začalo dne 29. srpna 1949, kdy byla odpálena první sovětská puma, a pokračovalo až do roku 1989. Během této doby bylo odpáleno 456 jaderných pum. Z nichž 116 testů bylo atmosférických, zbylé byly uskutečněny pod zemí. (Pitschmann, 2005)

#### ***Místa testování***

Z důvodu testování vznikla zkušební základna Semipalatinsk-21 v malé osadě na řece Irtyš, přibližně 140 km severozápadně od Semipalatinsk uprostřed kazašské stepi (UNSCEAR, 2000a). Na území Kazachstánu byla vybrána také oblast Aralsk. Na území dnešního Ruska pak probíhalo testování v Tockoje, Novaja Zemlja a Kapustin Jar. (Pitschmann, 2005)

#### ***Historické milníky***

První sovětská atomová bomba detonovala dne 29. srpna 1949. Jednalo se o plutoniovou pumu o síle 20 kt TNT s krycím označením RDS-1. Puma kromě tohoto označení, které lze přeložit jako „reaktivní Stalinův stroj“ byla Američany nazývána jako Joe-1. Pro její odpálení postavili věž přibližně 70 km od základny. Do epicentra a přilehlého okolí byly umístěny různé stavební konstrukce, dopravní a vojenská technika, a pokusná zvířata. Na tomto polygonu o dva roky později byly odpáleny další atomové pumy Joe-2 a Joe-3. Dalším významným testem byl výbuch bomby RDS-6s ze dne 12. srpna 1953. Jednalo se v pořadí o čtvrtý jaderný test SSSR. Mohutnost výbuchu byla odhadnuta na 400 kt TNT. Do historie se zapsala jako první vojensky použitelná termonukleární zbraň. Obal pumy obsahoval  $^{238}\text{U}$  a náplň tvořil deuterid lithia. Nejsilnější sovětská, ale i světová jaderná exploze, byla provedena 30. října 1961. Puma s krycím názvem Car o síle 50 Mt TNT byla shozena nad souostrovím Nová země v Severním ledovém oceánu. Atomový hřib měl průměr 40 km a sahal do výšky 60 km. Výbuch byl tak silný, že tlaková vlna obletěla zeměkouli třikrát. Poslední sovětský test si připsal datum 24. října 1990. Tento

podzemní výbuch dosáhl mohutnosti 20–150 kt TNT. (Mikhailov, 1999; Pitschmann, 2005; Nekola, 2017)

### ***1.3.3 Jaderný program Velké Británie***

Britská vláda se podílela na vývoji a nasazení jaderných zbraní po dobu více než 60 let. Výzkum začal během druhé světové války, kdy vláda pod vedením Winstona Churchilla prováděla atomové zbrojení pod kódovým označením Tube Alloys a byla vtažena spolu s Kanadou do vládního projektu USA nazvaném Manhattan Project, jako mladší partner. Nicméně Velká Británie se k jaderným mocnostem připojila až v roce 1952 svým prvním jaderným testem. V testování pokračovala do roku 1991. Celkově Britové uskutečnili 45 jaderných testů. Během let 1952 až 1963 provedli 27 jaderných testů, z toho 9 termonukleárních. Po podepsání konvence o zákazu jaderných zkoušek v atmosféře, v kosmickém prostoru a pod vodou se testování přesunulo do podzemí. Ve spolupráci s USA provedli za celé období celkově 28 testů. (UNSCEAR, 2000a; Marguire, 2007; Nekola, 2017)

#### ***Místa testování***

Pro první jaderný test byla vybrána australská oblast Monte Bello v Indickém oceánu. Následně pro účely dalšího testování byl zřízen polygon Emu Field v Jihoaustralské poušti. Testům neunikly ani další oblasti poblíž Austrálie jako Vánoční ostrovy či Maralinga. Dalším místem byl například ostrov Malden v Pacifiku. (UNSCEAR, 2000a; Pitschmann, 2005)

#### ***Historické milníky***

První jaderný test nazvaný Hurricane byl proveden dne 3. října 1952. Mohutnost výbuchu byla vyčíslena na 25 kt TNT. Plutoniová nálož vybuchla nad vodní hladinou Indického oceánu. Britové umístili pumu na palubu plachetnice HMS Plym, z které po výbuchu nic nezůstalo. Další významné testy proběhly o rok později na polygonu Emu Field. Ve dnech 14. října 1953 a 26. října 1953 detonovaly plutoniové nálože o mohutnosti kolem 10 kt TNT a to během série dvou jaderných testů s kódovým označením Totem. Pumpy byly připevněny na věži ve výšce 31 metrů. První britská termonukleární puma s krycím



názvem Green Granite Small byla vyzkoušena dne 15. května 1957 u ostrova Malden v rámci testovací série Grapple. Puma byla shozena z bombardéru Valiant-B1. Po 50 sekundách následoval výbuch o mohutnosti 200 až 300 kt a to ve výšce 2 400 metrů. Poslední známý britský test nazvaný Julin Bristol se uskutečnil dne 26. listopadu 1991 v podzemí nevadské pouště. Mohutnost výbuchu nabyla síly 20 kt TNT. (Pitschmann, 2005)

#### ***1.3.4 Jaderný program Francie***

Francouzský vojenský jaderný program začal v roce 1945, kdy prozatímní vláda vydala výnos o zřízení Komisariátu pro atomovou energii. Tato agentura měla za úkol rozvoj atomové energie, jak v oblastech vědy a průmyslu, tak v oblasti národní obrany. K jaderným mocnostem, jako čtvrtá v pořadí, se připojila Francie v roce 1960. V testování pokračovala až do roku 1996. Během této éry si Francie připsala na svůj účet 210 jaderných testů. (Pitschmann, 2005)

#### ***Místa testování***

Éra jaderného testování začala na polygonu Reggane v alžírské Sahaře, to však netrvalo dlouho. V rámci francouzsko-alžírských vztahů byly podepsány dohody zakazující další využívání tohoto polygonu. Na druhou stranu ale nevyklučovaly pokračování testů na Sahaře. Důkazem je další série testů, které probíhaly od roku 1961 až do roku 1966 na Polygonu In Ekker v Hoggaru, přibližně 200 km jižně od Alžíru. Zároveň od roku 1962 se prováděly zkoušky jaderných zbraní v Polynésii a to na atolech Mururoa a Fangataufa. (UNSCEAR, 2000a; Pitschmann, 2005)

#### ***Historické milníky***

První jaderný test provedli Francouzi 13. února 1960 na již zmíněném polygonu Reggane. Pod krycím názvem Gerboise Bleue, v překladu Modrý tarbík, detonovala puma o síle 60 až 70 kt TNT. Známým se stal také jaderný test provedený 1. května 1962, při kterém došlo k tzv. incidentu Béryl, který francouzská vláda tajila po desítky let. Test se uskutečnil na alžírském polygonu Ecker. Jednalo se o podzemní výbuch, během kterého se propadla jedna z šachet. Došlo tedy k úniku radioaktivity do atmosféry

a k zasažení stovky pracovníků. Zasažena byla i právě přítomná vládní delegace. Úspěšně vyzkoušená byla dne 24. srpna 1968 první francouzská dvoustupňová termonukleární puma, která obsahovala deuterium a tritium. Nálož byla spuštěna z balónu na atol Mururoa. Mohutnost výbuchu dosáhla síly 2 Mt TNT. Následně v roce 1974 Francouzi ohlásili přesunutí jaderného testování do podzemí. Zakončení jaderného testování připadlo na 27. ledna 1996, kdy byl odpálen poslední podzemní francouzský test nazvaný Xouthos. Výbuch dosahoval mohutnosti 20 až 150 kt TNT. (Mikhailov, 1999; Pitschmann, 2005; Nekola, 2017)

### ***1.3.5 Jaderný program Číny***

Jaderný program Číny se začal rozvíjet po boku SSSR. Rusové zpočátku nechtěli technologii výroby jaderných zbraní poskytnout, nicméně v roce 1955 obě strany uzavřely dohodu o dodávání uranu z čínských nalezišť v neomezeném objemu do Sovětského svazu. Na oplátku SSSR poskytlo Číně jaderný reaktor a štěpný materiál. O rok později dokonce Rusové souhlasili s vojenskými ambicemi Číny a s poskytnutím pomoci při rozvoji čínského jaderného průmyslu. K jaderným mocnostem se Čína připojila v roce 1964. V testování pokračovala až do roku 1996. Během této etapy uskutečnili celkem 45 testů, z nich 23 proběhlo v atmosféře. (Pitschmann, 2005)

#### ***Místa testování***

Pro testování byla vybrána nehostinná pustina na jižním okraji pouště Gobi. Byl zde zřízen polygon poblíž solného jezera Lop Nur v oblasti Sin-Ťiang. (UNSCEAR, 2000a)

#### ***Historické milníky***

První jaderný test ze strany Číny byl uskutečněn 16. října 1964 pod číselným kódem 596. Pro místo odpalu si vybrali již zmiňovaný polygon. Mohutnost výbuchu této implozivní uranové pumy dosáhla 20 kt TNT. Bomba byla umístěna na věži ve výšce 102 metrů. První vojensky použitelná termonukleární nálož byla otestována 17. června 1967. V pořadí se jednalo teprve o šestý čínský test. Bomba byla dvoustupňová o mohutnosti 3 Mt TNT. Shozena byla z bombardéru Hong-6 za pomoci padáku. K výbuchu došlo ve výšce 2 960 m nad polygonem Lop Nur. Poslední čínský test připadl na 29. července

1996. Výbuch se uskutečnil v podzemí a dosáhl mohutnosti menší jak 20 kt TNT. (Mikhailov, 1999; UNSCEAR, 2000a; Pitschmann, 2005)

### ***1.3.6 Jaderný program Indie***

Od svého začátku byl indický jaderný program zahalen rouškou tajemství. Nicméně svůj zájem o jadernou energii Indie projevila již v roce 1947, těsně po založení nezávislého státu. O rok později přijala zákon o atomové energii a těsně na to vznikla Indická komise pro atomovou energii. K jaderným mocnostem se Indie připojila v roce 1974. V testování pokračovala do roku 1998. Během této etapy uskutečnili celkem 6 jaderných testů. (Pitschmann, 2005)

#### ***Místa testování***

Pro jaderné testování byla využita střelnice v poušti u Pokaranu ve státě Rádžasthán poblíž hranice s Pákistánem. (UNSCEAR, 2000a)

#### ***Historické milníky***

První zkoušku jaderného agregátu provedli 18. května 1974 na zmíněné střelnici. Jednalo se o podzemní výbuch nazvaný „Usměvavý Buddha“, který dosáhl mohutnosti 12 až 20 kt TNT. Tato událost byla dosti šokující, jelikož Indie velice ostře vystupovala vůči jadernému zbrojení ve světě. Od prvního výbuchu se Indie zdánlivě odmlčela na více než dvě desetiletí. Vývoj zbraní však tajně pokračoval dál. Následně 11. května 1998 proběhla série tří jaderných podzemních výbuchů v rámci operace Shakti a to na střelnici u Pokaranu. Nejmohutnější výbuch předvedla dvoustupňová termonukleární puma Shakti-1 a to o mohutnosti 43 kt TNT. Poslední jaderné testy proběhly následně 13. května 1998. Mohutnost těchto podzemních výbuchů dosahovala 0,2 až 0,6 kt TNT. (Pitschmann, 2005)

### ***1.3.7 Jaderný program Pákistánu***

Založením Rady pro výzkum atomové energie, později přejmenovanou na Pákistánskou komisi pro atomovou energii, v roce 1956 započal pákistánský jaderný program. Za pomoci USA byla dokončena v roce 1965 výstavba Pákistánského institutu jaderných věd a technologie v Rawalpindi. Následně v polovině 70. let dvacátého století stát započal s tajným vývojem islámské bomby. Testování jaderných zbraní se Pákistán věnoval v roce 1998. Během tohoto roku uskutečnili celkem 5 jaderných testů. (Pitschmann, 2005)

#### ***Místa testování***

Pro místo testování byla vybrána oblast Chagai. V provincii Balúčistán přibližně 50 km od afghánské hranice byla vybudována střelnice. (Pitschmann, 2005)

#### ***Historické milníky***

První pákistánský test si připsal datum 28. května 1998. Výbuch se odehrál na zmíněné střelnici. Dle oficiálních zdrojů šlo o výbuchy pěti jaderných náloží a to o síle od 40 do 45 kt TNT. O dva dny později, tedy 30. května 1998, následovala zkouška pumy o mohutnosti kolem 15 kt TNT. Tento test završil sérii jaderných testů. (UNSCEAR, 2000a; Pitschmann, 2005)

### ***1.3.8 Jaderný program Severní Korey***

Důležité místo zaujímají oba korejské státy v problematice šíření jaderných zbraní. Podíl na tom má převážně poválečné rozdělení těchto dvou států po korejské válce v letech 1950–1953 a také politické uspořádání v Korejské lidově demokratické republice (dále jen „KLDŘ“). V polovině 60. let minulého století nechala KLDŘ vystavět v Jongbjonu komplex pro výzkum atomové energie. Následoval tajný program výroby jaderných zbraní. V roce 2002 Severní Korea přiznala tajný jaderný program. To vedlo k rozporům s USA z důvodu porušení dohody, kterou se v roce 1994 zavázala ukončením jaderného programu výměnou za ropu z USA. Američané přerušili dodávku paliva a KLDŘ odstoupila od smlouvy o nešíření jaderných zbraní. První jaderný test

Severokorejci provedli v roce 2006. Doposud uskutečnili 6 jaderných testů. (Pitschmann, 2005; Slezáková, 2019)

### ***Místa testování***

Pro testování zvolila KLDR na severovýchodě země polygon Punggye-ri. Místo bylo vybráno na základě horského terénu, nacházející se v oblasti Kilju v provincii Hamgyong, převážně z důvodu nízké koncentrace obyvatel. (Thornton, 2017)

### ***Historické milníky***

První jaderný test byl uskutečněn 9. října 2006 na zmíněném polygonu. Jednalo se o podzemní test s mohutností výbuchu mezi 0,7 až 2 kt TNT. Doposud nejsilnější jaderný test ze strany Severní Koreje byl proveden 3. září 2017. Byl to v pořadí šestý jaderný test Severní Koreje. Mohutnost výbuchu vodíkové pumy dosáhla 100 kt TNT. (Klicnar, 2018)

## **1.4 Vliv jaderných testů na zdraví člověka**

Od počátku jaderného testování bylo velmi obtížné získat užitečné informace ohledně dopadů na exponované lidi. Částečně to bylo způsobené vojenským utajováním, dále touhou zmírnit veřejné obavy a částečně strachem z možné právní žaloby ze strany potenciálních obětí. Některé projevy dopadů jaderných testů však nešlo skrýt, zejména vysoká radiační expozice obyvatel Marshallových ostrovů či expozice japonských námořníků během operace Castle Bravo, která se vtiskla do podvědomí široké veřejnosti. Nicméně řada informací byla pečlivě utajována či uvážlivě pohřbena v bezvýznamných zprávách. Tyto informace ale v průběhu let pomalu vyplouvaly na povrch. (Nekola, 2017)

### ***1.4.1 Tlaková vlna***

Tlaková vlna u člověka způsobuje rupturu ušních bubínek, pneumotorax, popřípadě smrt postiženého. Ke zranění může dojít dvojím způsobem, jednak přímým a jednak druhotným účinkem. V Hirošimě byla přímým účinkem smrtelná zranění do vzdálenosti 750 m od epicentra. Druhotným účinkem byly padající a letící předměty až do vzdálenosti

2 km od epicentra výbuchu. Tato sekundární poranění jsou charakteru potrhání měkkých tkání tzv. lacerací a penetrujících ran. (Armádní noviny, 2014)

#### **1.4.2 Tepelné záření**

Tepelné záření, jak již bylo řečeno, způsobuje sublimaci osob a všeho živého, pokud se nacházejí v bezprostřední blízkosti epicentra výbuchu. Pokud se však nacházejí ve větší vzdálenosti od epicentra, dochází u nich ke vzniku obtížně se hojících popálenin, viz tabulka 3. (Armádní noviny, 2014)

**Tabulka 3: Projev účinků tepelného záření na kůži dle stupně popálení**

<b>Stupeň popálení</b>	<b>Projev účinků</b>
popáleniny I. stupně	kůže je zarudlá, bolestivá, bez otoku, při hojení se odlupuje
popáleniny II. stupně	skvrnitá kůže s bělavými, tmavohnědými, růžovými či červenými okrsky; puchýře nebo příškvarky; bolest v místě poškození
popáleniny III. stupně	voskově bílá nebo červenohnědá tuhá kůže; odumření tkáně; zuhelnatění; postižená místa bez bolesti
popáleniny IV. stupně	zuhelnatění pokožky; tkáně pod pokožkou zasaženy do hloubky

Zdroj: Grohmann, 2014

#### **1.4.3 Ionizující záření**

Jak již bylo zmíněno, při jaderném výbuchu dochází k uvolnění energie ve formě ionizujícího záření. Pokud toto záření působí na buňku vyvolává u ní účinky dvojího druhu. Prvním druhem jsou účinky, které způsobují smrt buňky tzv. depleci buňky. K tomuto zániku může dojít v interfázi tzv. klidovém období buněčného cyklu. Předpokladem je ozáření relativně vysokou dávkou ionizujícího záření. K zániku buňky

častěji dochází během buněčného dělení, kdy nastává tzv. mitotická smrt. Poškození buňky není okamžitě zjevné, ale projeví se až při dalším pokusu o dělení, kdy již buňka není schopná se dělit a zaniká. Charakteristické pro mitotickou smrt je ozáření menšími dávkami, které nestačí na vyvolání smrti v interfázi. Z toho vyplývá, že smrtící účinek se nejnáze projevuje v tkáních, ve kterých dochází k rychlému buněčnému dělení, tedy např. u krvetvorných orgánů. Druhým druhem jsou účinky, které způsobují změnu v cytogenetické informaci, tedy způsobují mutaci buňky. V tomto případě nedochází k narušení průběhu buněčného dělení. Mutace mohou být gametické nebo somatické. Gametické mutace mají vliv na zárodečné žlázy a k jejich promítnutí dochází až u dalších generací. Na druhou stranu somatické mutace se projevují u jejich nositele a to ve tkáni a orgánech, které byly ozářeny. V tomto případě může dojít až ke vzniku rakoviny. Nicméně pokud ionizující záření působí na člověka, dochází u něho k rozvoji řady účinků, viz tabulka 4. (UNSCEAR, 2000b; Joiner et al. 2009; SÚJB, 2019)

**Tabulka 4: Účinky ionizujícího záření na člověka**

Časné	Pozdní		
	Somatické		Genetické
<ul style="list-style-type: none"> <li>• akutní nemoc z ozáření</li> <li>• akutní lokální změny</li> <li>• akutní radiodermatitida</li> <li>• poškození fertility</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nenádorová pozdní poškození</li> <li>• chronická radiodermatitida</li> <li>• zákal oční čočky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zhoubné nádory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• genetické účinky u potomstva</li> </ul>
poškození vývoje plodu			
Nestochastické		Stochastické	

Zdroj: SÚJB, 2019

### ***Deterministické účinky***

Deterministické účinky se projeví v důsledku smrti části ozářené buněčné populace, a to po překročení určité prahové dávky. Závažnost účinků vzrůstá s dávkou od tohoto

prahu. Prahová dávka je pro jednotlivé typy buněk a tkání různá, např. pro celotělové ozáření je to 0,7 Gy. (Chvátalová et. al., 2018) **Akutní nemoc z ozáření** je onemocnění, které vzniká po jednorázovém celotělovém ozáření dávkou přesahující 0,7 Gy. Závažnost klinických projevů záleží na dávce a dávkovém příkonu záření a jeho geometrii. Dalšími důležitými faktory jsou věk, pohlaví a také zdravotní stav ozářeného jedince. Závažnost účinků může být dále podpořena případným poraněním či dalším onemocněním. Akutní nemoc z ozáření (dále jen „ANO“) může probíhat ve třech formách, dle množství absorbované dávky, viz tabulka 5. První formou je dřeňová forma, která se projeví po překročení dávky 0,7 Gy. Po překročení dávky 8 Gy převažují účinky gastrointestinální syndrom (dále jen „GIT“). Poslední, nejzávažnější formou je neurovaskulární s prahovou dávkou 30 Gy. Všechny tři formy mají rozlišitelné časové fáze a to prodromální, latentní a manifestní. U dřeňové formy pak může následovat ještě fáze rekonvalescenční. Při prodromální fázi dochází k rychlému nástupu nevolnosti, zvracení, neklidu, bolesti hlavy, průjmu a slabosti. Jedná se o nespecifickou odpověď organismu, která se dostaví během několika minut až do 6 hodin po ozáření. Trvá méně jak 24–48 hodin. Následuje latentní fáze, kdy je ozáření jedince bez klinických příznaků nebo dojde k utlumení klinických příznaků. Manifestní fáze je charakterizována projevem klinických příznaků. (Koranda et al., 2014; Kuna et al., 2005; Havránková et al., 2018)



**Tabulka 5: Formy ANO a jejich projevy v jednotlivých časových fázích**

Forma	Dávka (± 30%) Gy	Prodromální fáze	Latentní fáze	Manifestní fáze	Rekonval. Fáze
dřeňová	1–8	nespecifická odpověď organismu	2–4 týdny bez klin. příznaků	útlum krvev tvorby; zástava tvorby krevních buněk; imunologické dysfunkce; anémie; špatné hojení ran	ano
GIT	8–30	nespecifická odpověď organismu	dny až týden bez klin. příznaků	poškození kmenových buněk; zástava obnovy buněk střevní výstelky; obnažení střevní sliznice; toxémie; septický šok; smrt	ne
neurovas.	>30	nespecifická odpověď organismu	hodiny bez klin. příznaků	poškození cév; poškození centrální nervové soustavy; smrt	ne

Na základě: Havránková et al., 2018

Nejpodstatnější **akutní lokální změny** se dějí v kůži. Při zevním ozáření dávkou 3 Gy a vyšší propuká v exponované oblasti akutní radiační dermatitida, viz obrázek 8. Jedná se o radiační zánět kůže připomínající popáleniny. Nástup je oproti termickým popáleninám opožděný a dochází k poškození hlubších vrstev epidermis. Podobně jako u ANO závisí intenzita klinických projevů na řadě faktorů. Intenzita je závislá na dávce, velikosti dávkového příkonu a typu záření. Další roli hraje i lokalizace, nebo jak velká plocha je ozářena. Rozlišujeme čtyři stupně závažnosti poškození kůže a to lehký stupeň, středně těžký stupeň, těžký stupeň a velmi těžký stupeň. Jednotlivé stupně jsou závislé na dávce a mají charakteristické klinické příznaky. Radiační dermatitida se projevuje zčervenáním kůže, otokem, vznikem puchýřů a vředů, a jako nejzávažněji nektrózou kůže. (Koranda et al., 2014)



**Obrázek 8: Radiační dermatitida, Hirošima 1945**

Zdroj: ICRC, 1945

Akutní lokální změnou může být také poškození plodnosti, kdy dojde k ozáření pohlavních žláz. Senzitivita pohlavních orgánů u žen a mužů je rozdílná. Přechodné snížení počtu spermií nastává po ozáření 0,25 Gy. Teprve při expozici 3–8 Gy dochází u mužů ke sterilitě, přičemž může dojít k obnově plodnosti a to z důvodu průběžné tvorby spermií ve varlatech. Trvalá sterilita u žen nastává při expozici kolem 3 Gy. Závažnost účinku u **poškození plodu** se odvíjí od stáří zárodka. V prvních dvou týdnech po početí je zárodek málo diferencovaný, a proto dochází nejčastěji k jeho zániku nebo přežije bez následků. Pokud je exponován mezi třetím až osmým týdnem stáří, je zde vysoká pravděpodobnost vzniku malformací. Následně až do dvacátého pátého týdne je zárodek náchylný na vznik mentálních retardací. U **pozdních nenádorových onemocnění** dochází ke klinickým projevům většinou po několika letech latence od expozice. Důvodem je dlouhodobé či opakované ozařování menšími dávkami ionizujícího záření. Příklady pozdních nenádorových onemocnění jsou chronická radiační dermatitida a radiační katarakta, nebo-li zákal oční čočky. (Koranda et al., 2014; SÚJB, 2019)

### ***Stochastické účinky***

Stochastické účinky jsou vyvolány změnami v deoxyribonukleové kyselině (dále jen „DNA“), tedy v genetické informaci buněk. Na rozdíl od deterministických účinků nepotřebují ke svému projevení překročit prahovou dávku (UNSCEAR, 2000b). To znamená, že k jejich projevení postačí sebemenší dávka ionizujícího záření, jelikož je zde lineární vztah mezi dávkou a účinkem (Kuna et al., 2005). Stochastické účinky jsou tudíž bezprahové. Často jsou označovány jako účinky pravděpodobnostní či náhodné. U stochastických účinků není typický klinický obraz, protože se neodlišují od „spontánně“ vzniklých případů (Kotinský a Hejdová, 2003). Mutace DNA se projevují nejdříve po několika letech nebo až po desítkách let a to jako rakovinové bujení a genetické změny u potomstva (SÚJB, 2019). Stochastické účinky nelze pozorovat na jednotlivých jedincích, ale na populaci. Proto studie účinků proto probíhá pozorováním populací, které byly vystaveny ionizujícímu záření v důsledku jaderných testů či radiačních havárií. První studií bylo pozorování populace z Hirošimy a Nagasaki. Tito lidé se stali subjekty lékařských studií Atomic Bomb Casualty Commission (dále jen: „ABCC“) v překladu tzv. Komise pro oběti atomových bomb, během americké okupace Japonska po 2. světové válce. Exponovaní jedinci nebyli vůbec informováni o tom, jakým lékařským testům jsou podrobováni a často jim nebyla ani poskytována lékařská péče. Tato studie pokračuje dodnes, samozřejmě s jiným přístupem k obětem v rámci společně spravované výzkumné nadace US-Japan Radiation Effects Research Foundation, která vznikla v roce 1975 v Hirošimě a zcela nahradila předchozí organizaci ABCC. (Jacobs, 2004; Radiation Effects Research Foundation, 2018)

#### ***1.4.4 Psychologické dopady***

Kromě újmy na zdraví u zasažených jedinců, je kladen důraz i na psychickou stránku obětí. Dle Jacobse (2004) radiace dělá lidi neviditelnými. Lidé, kteří byli ozáření nebo u kterých došlo pravděpodobně k ozáření, mohou zjistit, že jejich životy jsou na vždy změněny. Společnost jim totiž přiřkla tzv. občanství druhé třídy. Mohou zjistit, že jejich vztahy v rámci jejich rodiny, komunity či k rodnému městu byly zcela zpřetrhány. Často se tyto osoby zbytek života utápějí v myšlenkách a přáních, aby se mohly vrátit, zpátky se začlenit do společnosti, a aby se věci staly normálními. Pomalu si ale uvědomují, že se staly nepotřebnými pro společnost, která se společně s vládou už nezajímá o jejich

blahobyt. Tito lidé často prožívají diskriminaci ve svých nových domovech a mohou se stát až sociálními vydědenci. Tento vývoj byl poprvé zaznamenán u obětí útoku na Hirošimu a Nagasaki. Velmi obtížné se stalo pro přeživší nalézt manželské partnery, z důvodu všeobecných obav ohledně mutace potomků. Tyto děti se pak stávaly terčem šikany a posměchu. Dalším problemovým aspektem bylo najít zaměstnání, jelikož zaměstnavatelé předpokládali chronické onemocnění těchto jedinců. Z těchto důvodů řada rodin nepřiznávala, že by patřila mezi ty, které byly vystaveny radiaci. Zpřetrhány byly i vazby obyvatel Marshallových ostrovů, kteří se museli na příkaz amerického námořnictva „v zájmu světového míru“ rozloučit se svými domovy. Řada obyvatel se mylně domnívala, že se jednou do svého rodiště navrátí. Ostrov Bikini atol je i po 70 letech od testování jaderných zbraní stále neobyvatelný. (Instory, 2017)

### **1.5 Smlouvy o nešíření jaderných zbraní**

V 60. letech minulého století se začínají objevovat tendence omezit jaderné zbrojení a také zamezit dalšímu znečišťování prostředí radioaktivními látkami. První takovou snahou je Smlouva o zákazu pokusů a jaderných zkoušek v ovzduší, v kosmickém prostoru a pod vodou, která byla sjednána 5. srpna 1963 v Moskvě (U.S. Department of State, 2019). Často je tato smlouva označována jako tzv. Smlouva o částečném zákazu jaderných pokusů. Vlády SSSR, UK a USA se shodly na cíli, co nejrychleji dosáhnout všeobecného a úplného odzbrojení pod přísnou mezinárodní kontrolou v souladu s cíli Organizace spojených národů (dále jen „OSN“). Těmito cíli jsou zastavení všech pokusných výbuchů jaderných zbraní; odstranění pohnutek k výrobě a zkouškám všech zbraní hromadného ničení včetně jaderných; skoncování se závody ve zbrojení; a v neposlední řadě přerušování zamořování prostředí radioaktivními látkami. Smlouvu ratifikovalo celkem 123 zemí. (Vyhláška č. 90/1963 Sb.)

Další důležitou smlouvou je tzv. SALT I (Strategic Arms Limitation Talks) o omezení strategických zbraní ze strany USA se SSSR, která byla podepsána v roce 1969. Současně došlo také k podepsání smlouvy ABM (Anti-Ballistic Missile Treaty), která omezuje rozmístění amerických a sovětských protiraketových systémů. V roce 1971 následovalo podepsání smlouvy o mořském dně, která zakazuje umístění zbraní hromadného ničení na mořské dno. Omezením se nevyhnuly ani podzemní zkoušky jaderných zbraní, které byly omezeny v roce 1974 smlouvou, která zakazovala zkoušky jaderných zbraní o síle

větší než 150 kt TNT. V roce 1979 byla ve Vídni podepsána smlouva SALT II, která omezovala či zakazovala vývoj některých druhů balistických raket s jadernými hlavicemi. V roce 1987 došlo k podepsání smlouvy INF (Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty) o likvidaci raket středního a krátkého doletu. Touto smlouvou došlo ke snížení o 30 % stavu strategických jaderných sil jak na straně USA, tak i na straně SSSR. Na počátku 90. let minulého století znovu přicházejí tendence odzbrojování. V červenci 1991 tedy podepsaly USA a SSSR smlouvu START I (Strategic Arms Reduction Treaty) a následně v lednu 1993 smlouvu START II. Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek (Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty) byla v roce 1996 přijata OSN a v září téhož roku předložena k podpisům (UNODA, 2019). Smlouvu ratifikovalo do roku 2019 celkově 168 států (CTBTO, 2019). Jednou z aktuálně posledních významných smluv je Smlouva o zákazu jaderných zbraní, která byla přijata 7. července 2017 v New Yourku (Jukl, 2017). Tato smlouva zakazuje vývoj, výrobu, vlastnictví či jakékoliv použití jaderných zbraní. Pro přijetí hlasovalo 122 členských států OSN (ČČK, 2019). Jedná se o významný mezník v rámci rozvoje mezinárodního humanitárního práva. (Norris et al., 1987; Eichler, 2007)

## **1.6 Metody deskriptivní statistiky**

První částí statistického šetření je metoda deskriptivní nebo-li popisné statistiky. Zahrnuje formulaci statistického šetření, škálování, měření a elementární statistické zpracování. Za pomoci deskriptivní statistiky se shrne velké množství informací do tabulek, grafů a číselných vyjádření. (Záškodný et al., 2016)

### **1.6.1 Formulace statistického šetření**

Za účelem formulace statistického šetření je potřeba vymezit pojmy (Záškodný et al., 2016):

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

### **1.6.2 Škálování a měření**

Škálování představuje vhodné vyjádření hodnot statistického znaku prostřednictvím prvků škály. Toto škálování bude provedeno za pomoci výpočtu Sturgesova pravidla. Měření představuje proces, během kterého je každé statistické jednotce VSS přiřazen jeden z prvků škály. Výsledkem měření je zjištěno, kolikrát ( $n_i$  krát) byl prvek škály ( $x_i$ ) naměřen. Součet všech hodnot ( $n_i$ ), nazývaných absolutními četnostmi, musí být roven celkovému počtu všech statistických jednotek ( $n$ ) výběrového statistického souboru (VSS). Statistická pravděpodobnost ( $p$ ), že při měření nastanou výsledky  $x_i$  je dána tzv. relativní četností ( $n_i/n$ ). Kumulativní četnosti  $\sum(n_i/n)$  dále udávají pravděpodobnost, že bude naměřen výsledek, který je menší nebo roven výsledku  $x_i$ . (Záškodný et al., 2016)

### 1.6.3 Elementární statistické zpracování

Výsledky, které jsou získány měřením se přiřadí do škál a zapíše se do tabulky. Následně se také vyjádří graficky a také za pomoci empirických parametrů. Tabulka bude obsahovat (Záškodný et al., 2016):

- sloupec  $x_i$  prvky škály;
- sloupec  $n_i$  absolutní četnosti prvků škály;
- sloupec  $n_i/n$  relativní četnosti prvků škály;
- sloupec  $\sum(n_i/n)$  kumulativní četnosti;
- sloupec  $n_i x_i$  pomocný součin pro výpočet empirických parametrů;
- sloupec  $n_i x_i^2$  pomocný součin pro výpočet empirických parametrů;
- sloupec  $n_i x_i^3$  pomocný součin pro výpočet empirických parametrů;
- sloupec  $n_i x_i^4$  pomocný součin pro výpočet empirických parametrů.

Na základě této tabulky se sestrojí polygony kumulativních a absolutních četností. V rámci vyjádření empirických parametrů se použijí: parametr polohy ( $O_1$ ) a parametr proměnlivosti ( $C_2$ ). (Záškodný et al., 2016)

## 1.7 Metody matematické statistiky

Druhou částí statistického šetření je metoda matematické statistiky, za pomoci které výsledky získané metodou deskriptivní statistiky zpracujeme a získáme závěr o jevu, který sledujeme. Metoda matematické statistiky využívá teorii pravděpodobnosti. V této bakalářské práci se využije parametrické testování. (Záškodný et al., 2016)

### ***1.7.1 Parametrické testování hypotéz***

Parametrické testování hypotéz vychází ze stanovení nulové hypotézy  $H_0$  a alternativní hypotézy  $H_a$ . V rámci bakalářské práce bude testování provedeno za pomoci dvouvýběrového t-testu. Bude vypočtena experimentální hodnota  $t_{\text{exp}}$  a porovnána s aparátem kritického oboru  $W$ . (Záškodný et al., 2016)



## 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

### **Cílem bakalářské práce bylo:**

- Zjistit míru znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus.
- Porovnat znalosti obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus ve věkové kategorii do 40 let a nad 40 let.

### **Hypotézy:**

- Více než 2/3 všech oslovených respondentů ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje budou mít v dotazníkovém šetření, týkající se testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus, více než 50 % odpovědí správných.
- Respondenti starší 40 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.

### 3 METODIKA

Téma bakalářské práce bylo zpracováno pomocí analýzy literárních zdrojů a příslušných právních předpisů řešících danou problematiku. Informace získané z těchto zdrojů byly shrnuty v teoretické části bakalářské práce.

Výzkumná část byla zpracována na základě dotazníkového šetření. Pro tento účel byl vytvořen dotazník, který obsahoval 4 úvodní otázky, které měly informativní charakter a 13 uzavřených otázek zaměřených na problematiku jaderných testů a jejich vlivu na zdraví člověka (Příloha B). Na úvod byl respondent dotázán na věk, pohlaví, dosažené vzdělání a zda podstoupil v minulosti brannou výchovu nebo vojenskou službu. Na základě věku byli respondenti rozděleni do dvou věkových skupin. Toto rozdělení bylo provedeno na základě faktu, že respondenti spadající do věkové skupiny starší 40 let se pravděpodobně setkali během života s brannou výchovou v rámci školní výuky, nebo prošli základní vojenskou službou. Celkem se tedy dotazníkového šetření zúčastnilo 100 respondentů, 50 respondentů mladších 40 let a dále 50 respondentů starších 40 let. Snahou také bylo zapojit do dotazníkového šetření podobný počet respondentů s ohledem na pohlaví. Zúčastnilo se celkem 49 žen a 51 mužů. Dále dotazník obsahoval, jak již bylo řečeno 13 uzavřených otázek, které měly na výběr ze čtyř možností, z nichž pouze jedna byla správná. Dotazníky probíhaly metodou PAPI (Paper and Pen Interviewing) a byly rozdávány osobně, proto byla jejich návratnost 100 %. Respondenti byli vybíráni náhodně na ulicích či veřejném prostranství a to ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje. Tyto lokality byly určeny tak, že jednotlivým okresům Jihočeského kraje se přiřadila čísla od 1 do 7. Za pomoci online generátoru náhodných čísel bylo vygenerováno pět jednotlivých okresů, ve kterých se následně uskutečnilo dotazníkové šetření. Určely se následující okresy: okres Strakonice; okres Jindřichův Hradec; okres Tábor; okres České Budějovice; okres Písek. Za účelem dosažení výsledků, které budou reflektovat skutečnou míru znalostí obyvatelstva, byly dotazníky distribuovány nejen v rámci měst, ale i ve vesnicích v daném okrese. V rámci každého okresu proběhlo šetření v daném okresním městě. Dále na základě seznamu obcí nacházejících se v daném okrese se za pomoci online generátoru čísel vygenerovaly příslušné obce. Obce v seznamu byly seřazeny, dle počtu obyvatel, přičemž se rozdělily do tří kategorií: obce do 500 obyvatel, obce do 5 000 obyvatel a obce do 10 000 obyvatel. Z první kategorie byly vybrány 3 vesnice, z druhé kategorie 2 města či městys a na závěr ze třetí kategorie 3 se vybraly města. Dotazníkovému šetření se tedy podrobili obyvatelé

Strakonice, Vodňany, Číčenic, Jindřichova Hradce, Dačice, Nové Včelnice, Tábora, Ústředí, Českých Budějovic, Týna nad Vltavou, Dolního Bukovska, Písku a Temešváru.

Výsledky dotazníkového šetření byly statisticky zpracovány a vyhodnoceny pomocí programu Microsoft Excel. Z důvodu lepší přehlednosti byly znázorněny v grafech. Ke každé otázce byl následně uveden krátký slovní komentář. V rámci úvodních otázek je použito u třetí a čtvrté otázky koláčového grafu, který znázorňuje celkový procentuální poměr odpovědí všech respondentů. Zároveň u čtvrté úvodní otázky je vytvořen sloupcový graf, který představuje procentuální poměr odpovědí respondentů dle věkových skupin. Dále u každé z uzavřených otázek je použito dvou grafů: koláčového a sloupcového typu. První koláčový graf představuje celkový procentuální poměr špatných a správných odpovědí. Druhý sloupcový graf znázorňuje procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí respondentů mladších 40 let a respondentů starších 40 let.

Stanovené hypotézy byly testovány prostřednictvím metod deskriptivní a matematické statistiky.

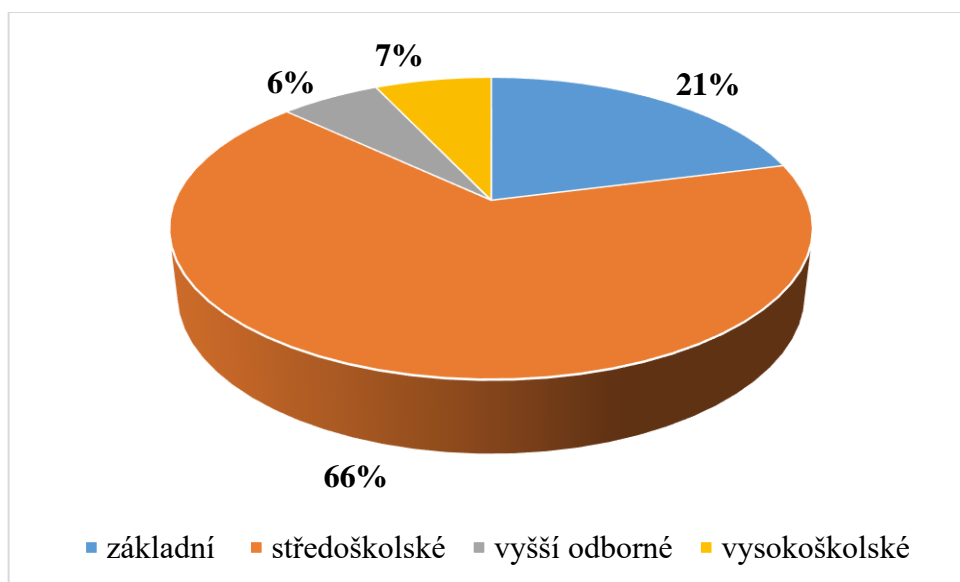
## 4 VÝSLEDKY

V rámci této kapitoly jsou uvedeny výsledky dotazníkového šetření a statistického zpracování výsledků dotazníkového šetření. Postupně jsou uvedeny jednotlivé otázky s nabízenými odpověďmi, které byly uvedeny v dotazníku. Správná odpověď je vyznačena tučně.

První čtyři otázky měly informativní charakter. Na základě první otázky došlo k rozčlenění do věkových skupin. Dotazníky byly rozdány 50-ti respondentům věkové skupiny mladších 40 let a 50-ti respondentům starších 40 let. Záměrně se dotazníkového šetření zúčastnil také podobný počet respondentů mužského a ženského pohlaví. Ženských respondentů bylo 49 a mužských 51 respondentů.

### *Dosažené vzdělání:*

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



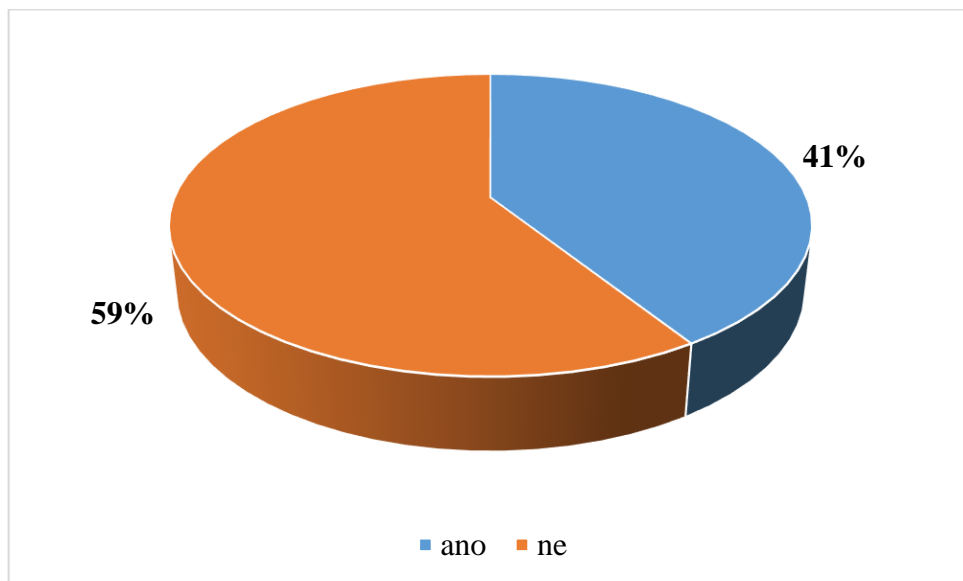
**Obrázek 9: Procentuální zastoupení respondentů dle dosaženého vzdělání**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 9 zachycuje procentuální zastoupení respondentů dle dosaženého vzdělání. Základní vzdělání uvedlo 21 % respondentů; středoškolské vzdělání uvedlo 66 % respondentů; vyšší odborné vzdělání uvedlo 6 % respondentů; vysokoškolské vzdělání uvedlo 7 % respondentů z celkového počtu dotazovaných.

***Podstoupili jste v minulosti brannou výchovu nebo vojenskou službu:***

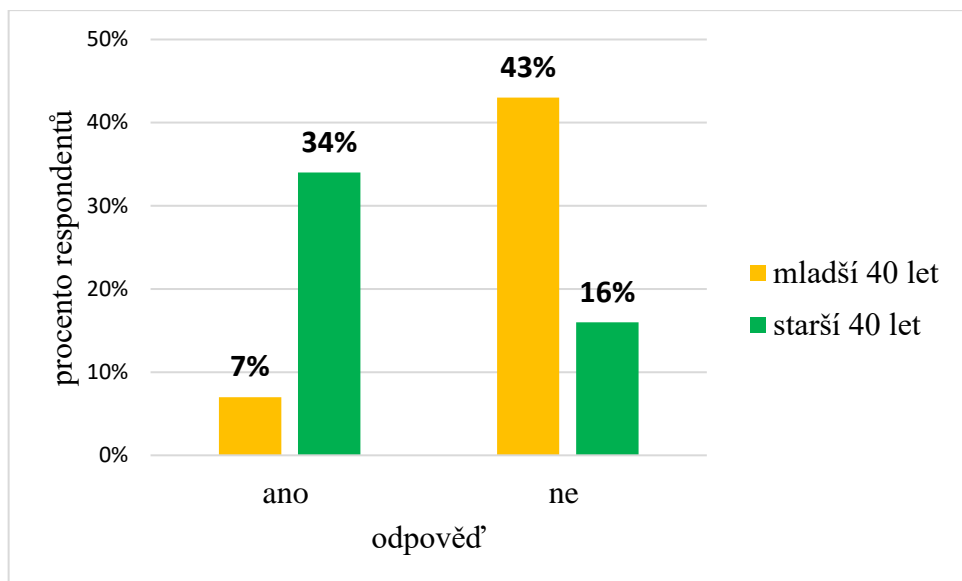
- a) ano
- b) ne



**Obrázek 10: Procentuální zastoupení respondentů v rámci podstoupení branné výchovy nebo vojenské služby**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 10 je vyobrazen poměr procentuálního zastoupení respondentů v rámci podstoupení branné výchovy nebo vojenské služby. Kladně odpovědělo 41 % respondentů. Záporně odpovědělo zbylých 59 % respondentů.



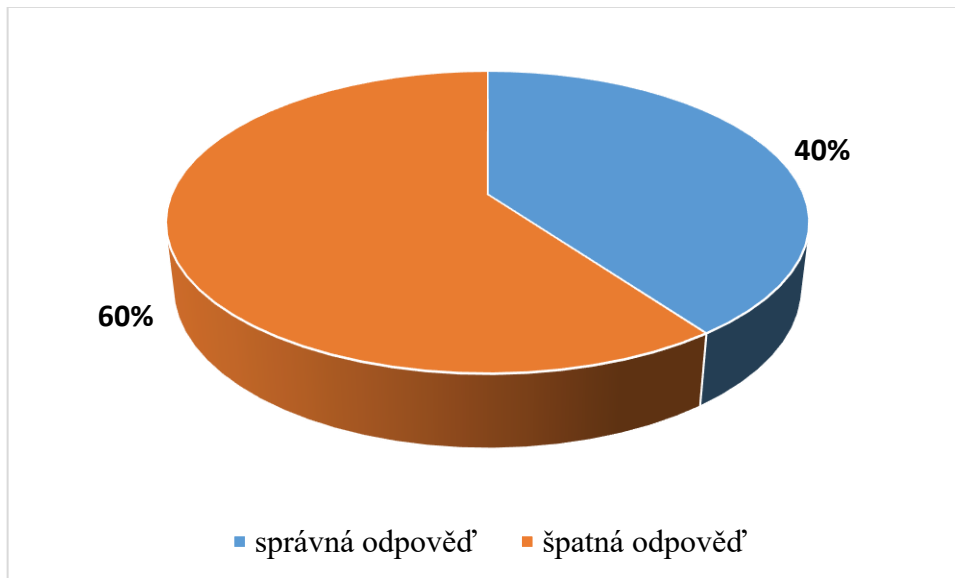
**Obrázek 11: Procentuální zastoupení věkových skupin respondentů v rámci podstoupení branné výchovy nebo vojenské služby**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 11 udává procentuální zastoupení respondentů v rámci otázky podstoupení branné výchovy či vojenské služby a to v závislosti na zařazení respondentů do příslušné věkové skupiny. Kladnou odpověď, že se v minulosti podrobili vojenské službě či branné výchově, zvolilo 7 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 34 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let. Zápornou odpověď uvedlo 43 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 16 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**1) V jakém roce započalo testování jaderných zbraní?**

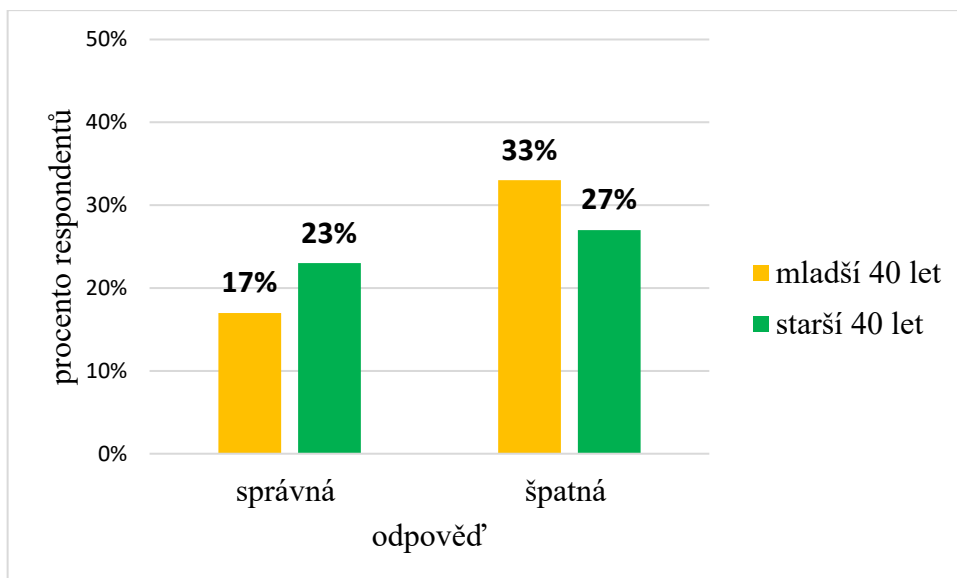
- a) 1938
- b) 1939
- c) **1945**
- d) 1946



**Obrázek 12: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 1**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 12 zachycuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 40 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 60 % z celkového počtu respondentů.



**Obrázek 13: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 1 v závislosti na věkové skupině respondentů**

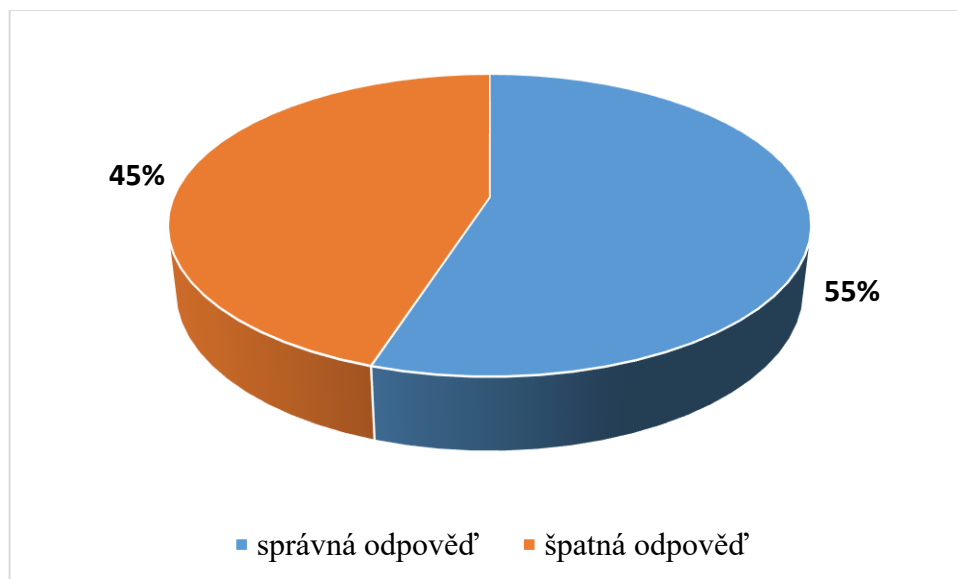
Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 13 je procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 17 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 23 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 33 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 27 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let.



2) *Jakým krycím názvem byl označen zcela první jaderný test na světě?*

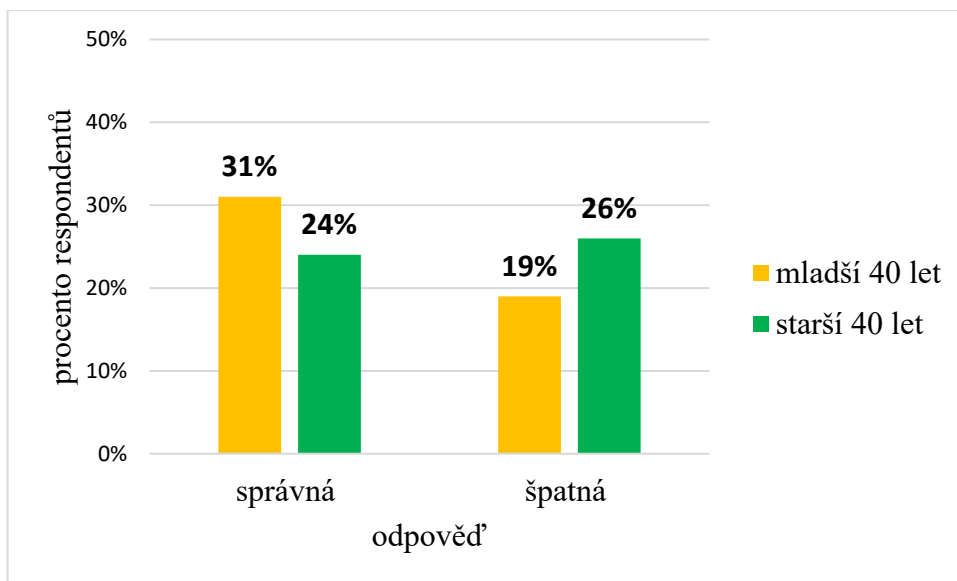
- a) Fat Man
- b) Trinity**
- c) Enola Gay
- d) Little Boy



**Obrázek 14: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 2**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 14 znázorňuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 55 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 45 % respondentů z celkového počtu respondentů.



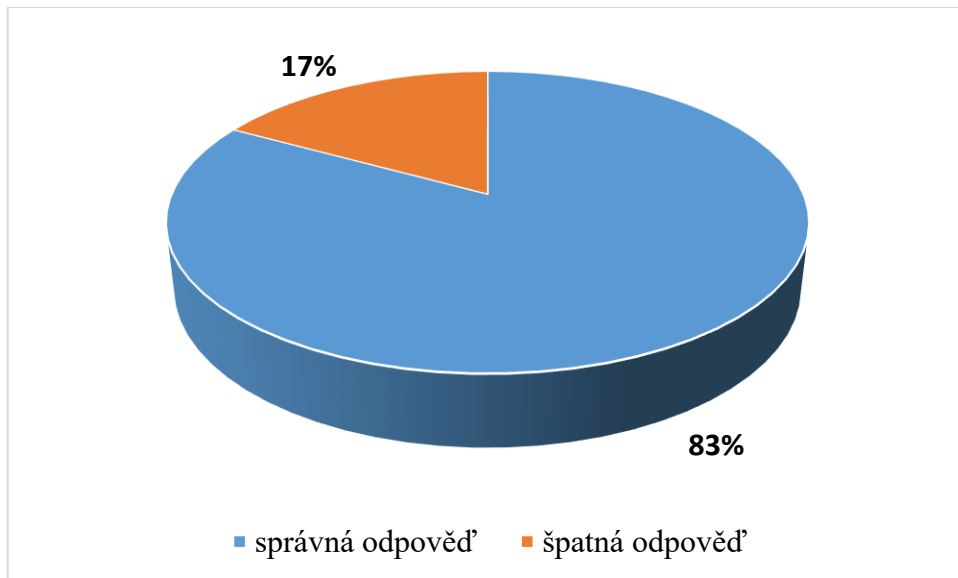
**Obrázek 15: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 2 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 15 je procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 31 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 24 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 19 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 26 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**3) Která z následujících jaderných velmocí uskutečnila první jaderný test?**

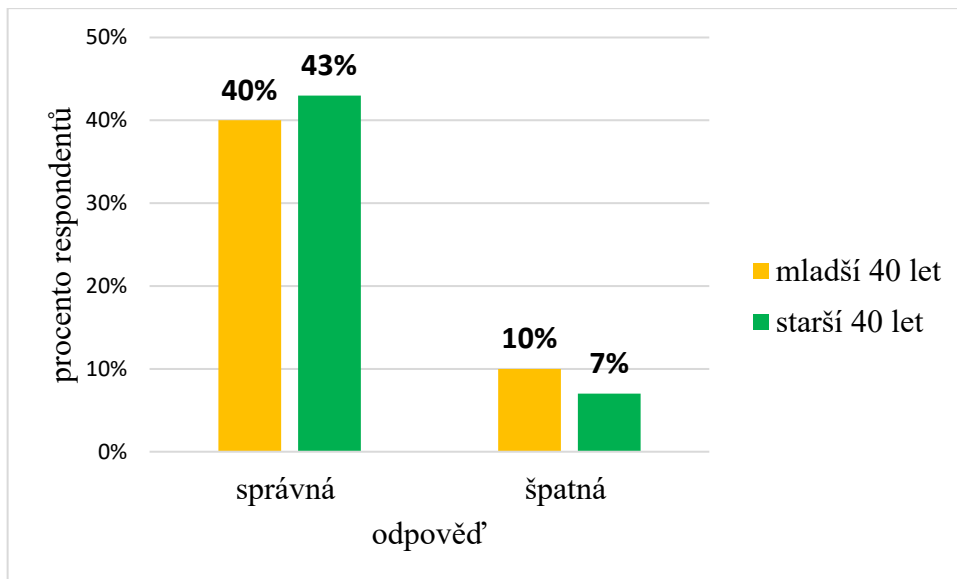
- a) Spojené státy americké
- b) Svaz sovětských socialistických republik
- c) Německo
- d) Francie



**Obrázek 16: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 3**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 16 zachycuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 83 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 17 % respondentů z celkového počtu respondentů.



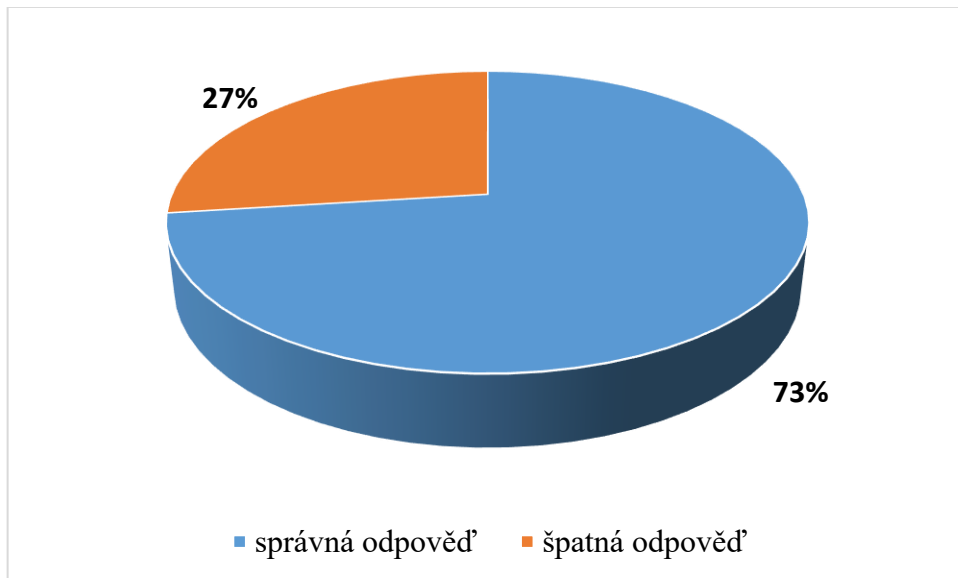
**Obrázek 17: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 3 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 17 je procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 40 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 43 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 10 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 7 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**4) Kde se odehrálo druhé válečné použití jaderných zbraní?**

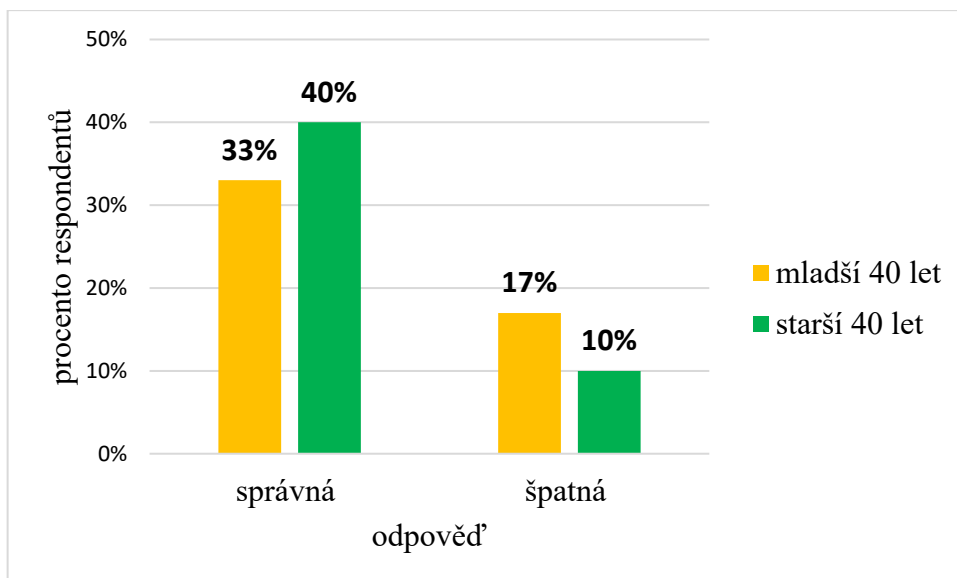
- a) Hirošima
- b) Semipalatinsk
- c) Nagasaki**
- d) Los Alamos



**Obrázek 18: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 4**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 18 udává celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 73 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 27 % respondentů z celkového počtu.



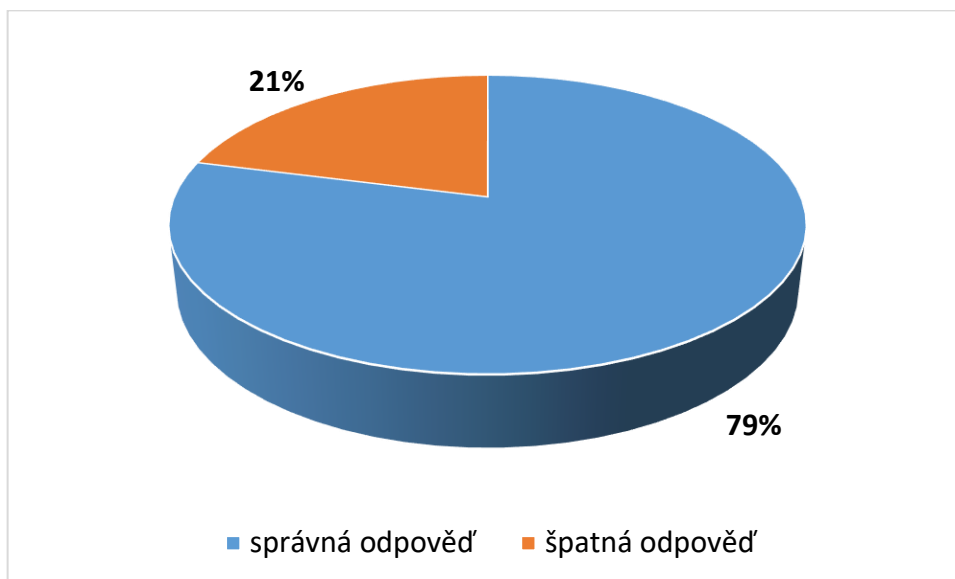
**Obrázek 19: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 4 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 19 je zaznamenáno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 33 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 40 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 17 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 10 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**5) Jaké účinky nastávají během jaderného výbuchu?**

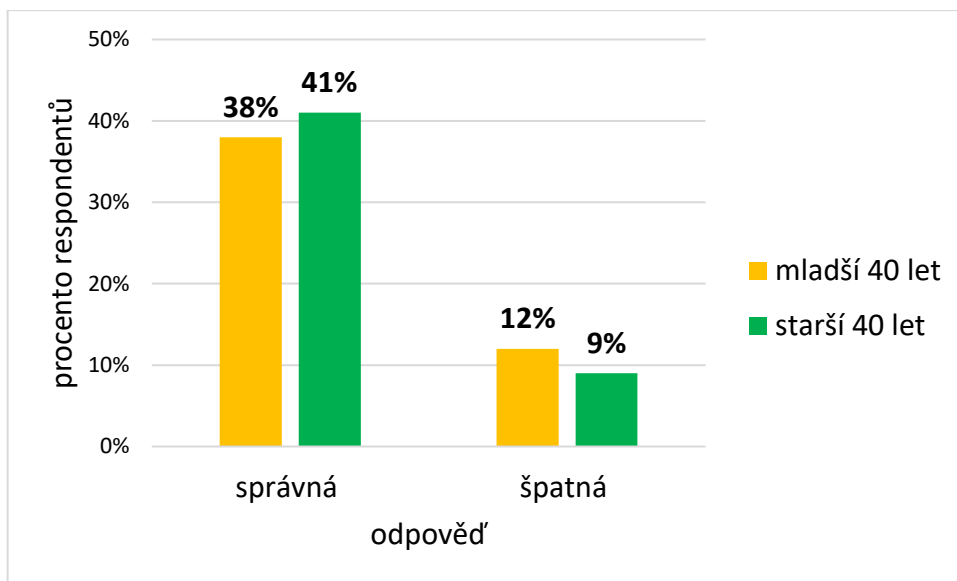
- a) tlaková vlna, rázová vlna, ionizující záření, světelné a tepelné záření, elektromagnetický impulz a kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- b) tlaková vlna, radiace, kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- c) rázová vlna, ionizující záření, elektromagnetický impulz, kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- d) tlaková vlna, rázová vlna, radiace, kontaminace (indukovaná radioaktivita)



**Obrázek 20: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 5**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 20 představuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 79 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 21 % respondentů z celkového počtu.



**Obrázek 21: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 5 v závislosti na věkové skupině respondentů**

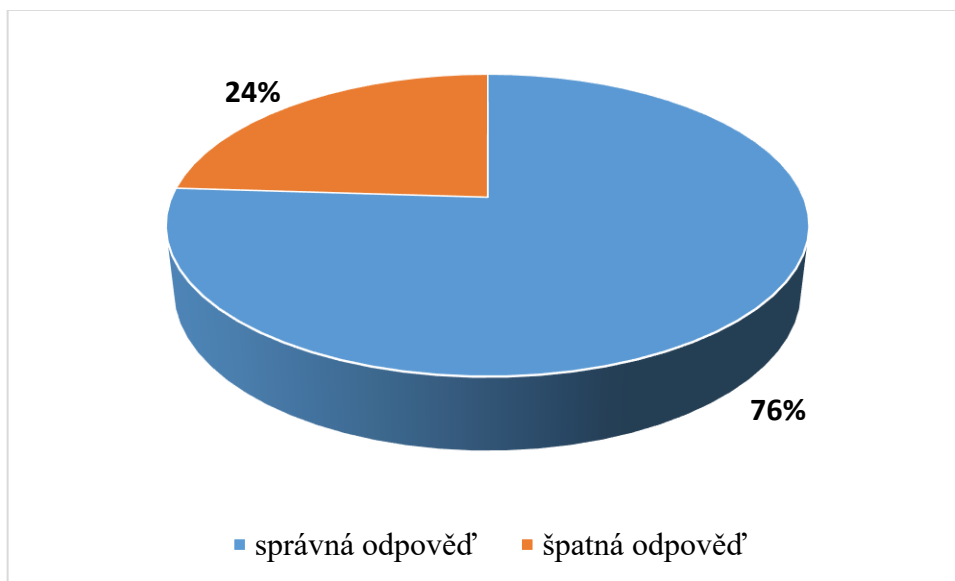
Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 21 je vyznačeno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 38 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 41 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 12 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 9 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.



**6) Jaké účinky má tepelné záření na přítomné osoby při jaderném výbuchu?**

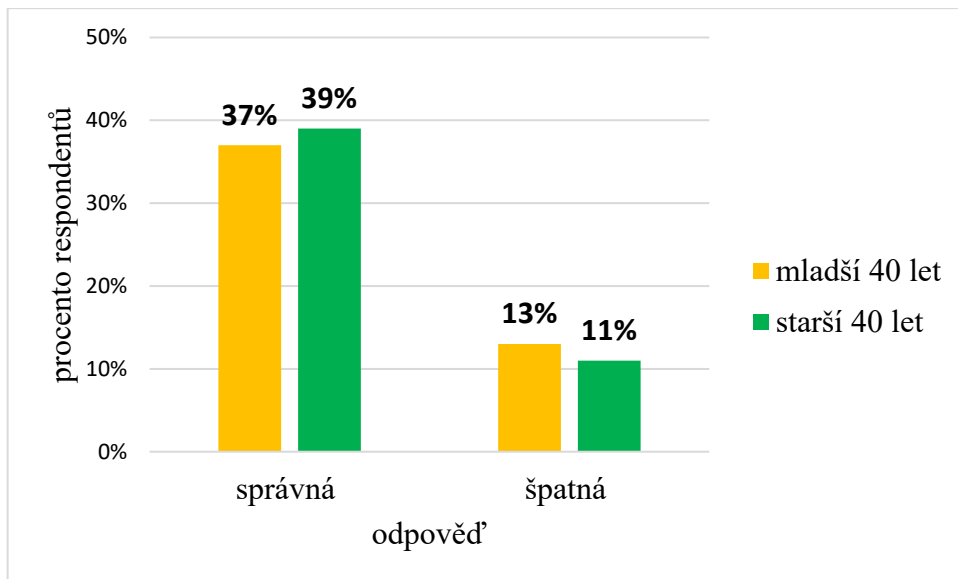
- a) v epicentru výbuchu způsobí sublimaci (vypaření) přítomných osob
- b) k sublimaci přítomných osob dochází až ve vzdálenějších místech od epicentra
- c) tepelné záření nevykazuje žádné účinky na přítomné osoby
- d) dochází k popáleninám kůže 1. stupně



**Obrázek 22: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 6**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 22 znázorňuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správně odpovědělo 76 % respondentů a špatně odpovědělo 24 % respondentů z celkového počtu respondentů.



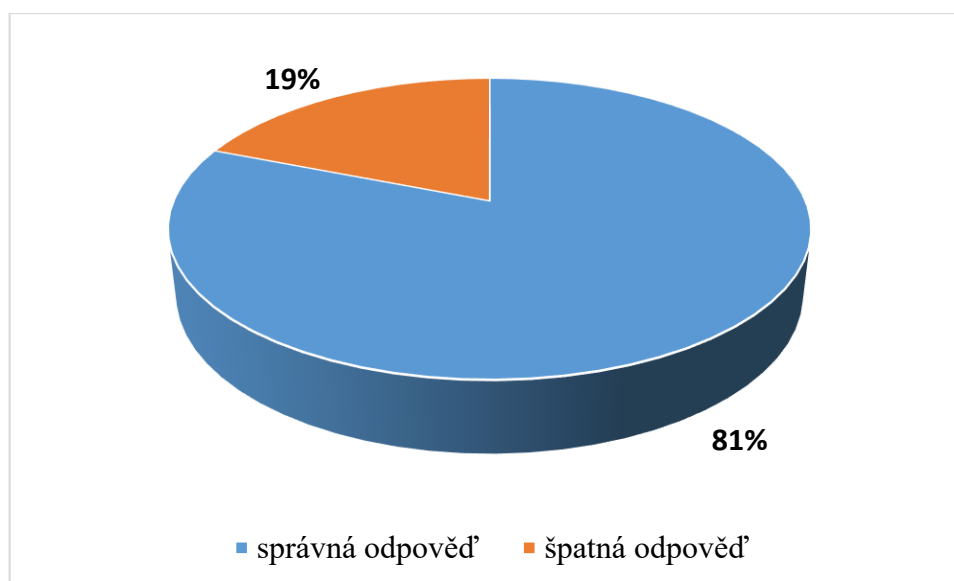
**Obrázek 23: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 6 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 23 je vyobrazeno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 37 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 39 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 13 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 11 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**7) Jaké účinky má tlaková vlna na přítomné osoby při jaderném výbuchu?**

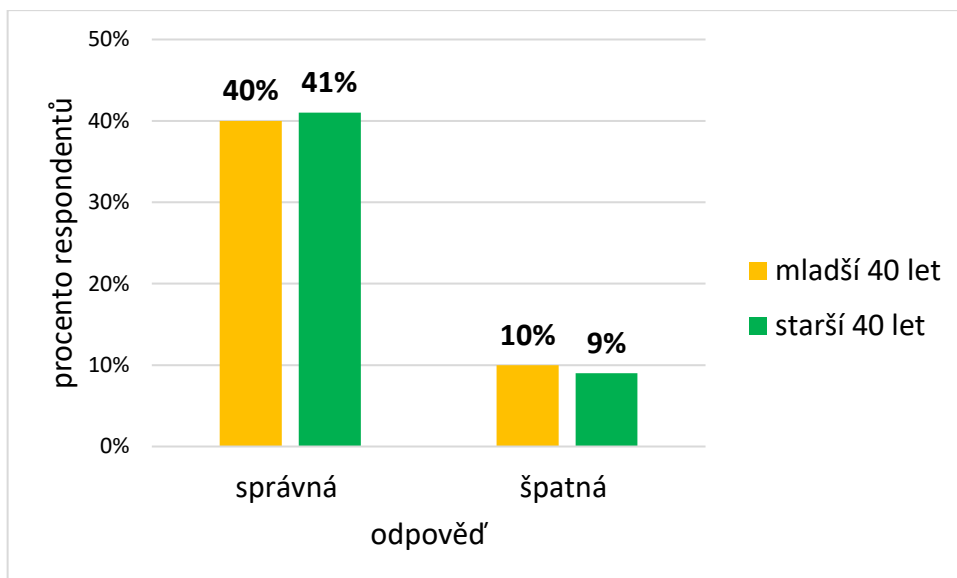
- a) způsobuje zvýšení krevního tlaku
- b) způsobuje rupturu ušních bubínků, pneumotorax plic či smrt přítomných osob**
- c) dochází k popálení dýchacích cest
- d) vytváří se podtlak v plicních sklípcích



**Obrázek 24: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 7**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 24 udává celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 81 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 19 % respondentů z celkového počtu respondentů.



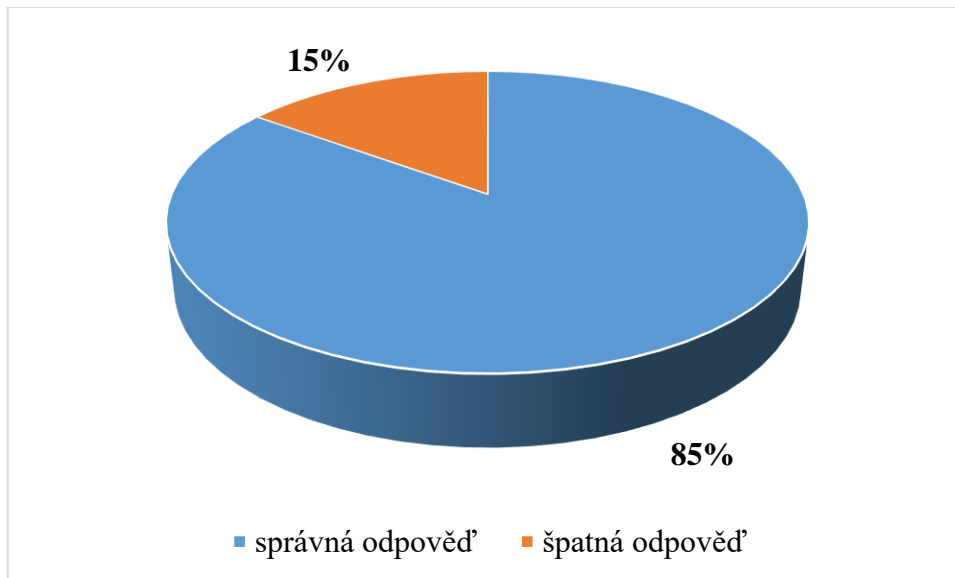
**Obrázek 25: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 7 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 25 je uvedeno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 40 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 41 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 10 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 9 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**8) Co způsobuje ionizující záření v lidském těle?**

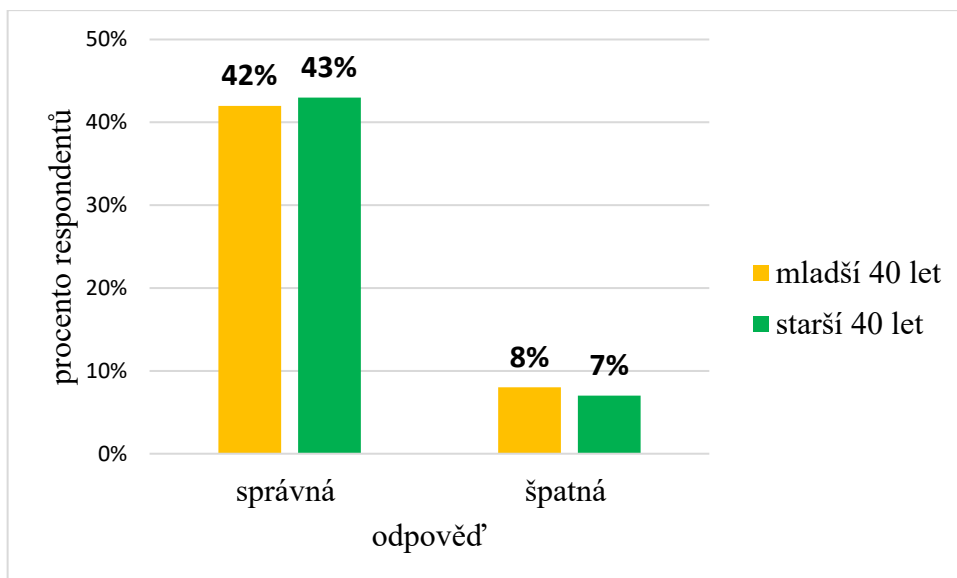
- a) rychlejší vylučování iontů z krve
- b) napomáhá k syntéze bílkovin
- c) zvyšuje odolnost DNA
- d) zánik buněk nebo jejich poškození**



**Obrázek 26: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 8**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 26 představuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 85 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 15 % respondentů z celkového počtu respondentů.



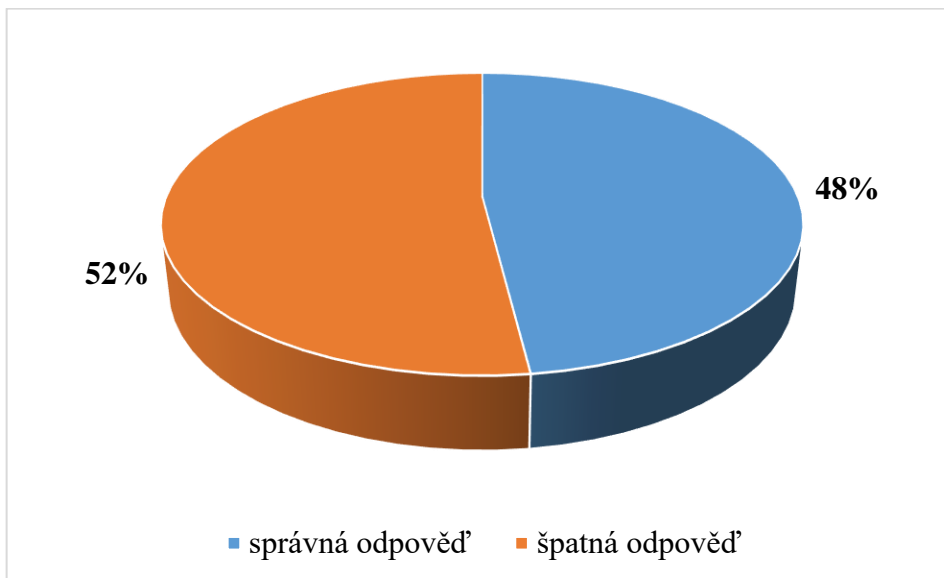
**Obrázek 27: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 8 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 27 je zachyceno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 42 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladší 40 let a 43 % respondentů řadících se do věkové skupiny starší 40 let. Špatně pak odpovědělo 8 % respondentů z věkové skupiny mladší 40 let a 7 % respondentů z věkové skupiny starší 40 let.

**9) Jaké ničivé účinky vyvolá elektromagnetický impulz během jaderného výbuchu?**

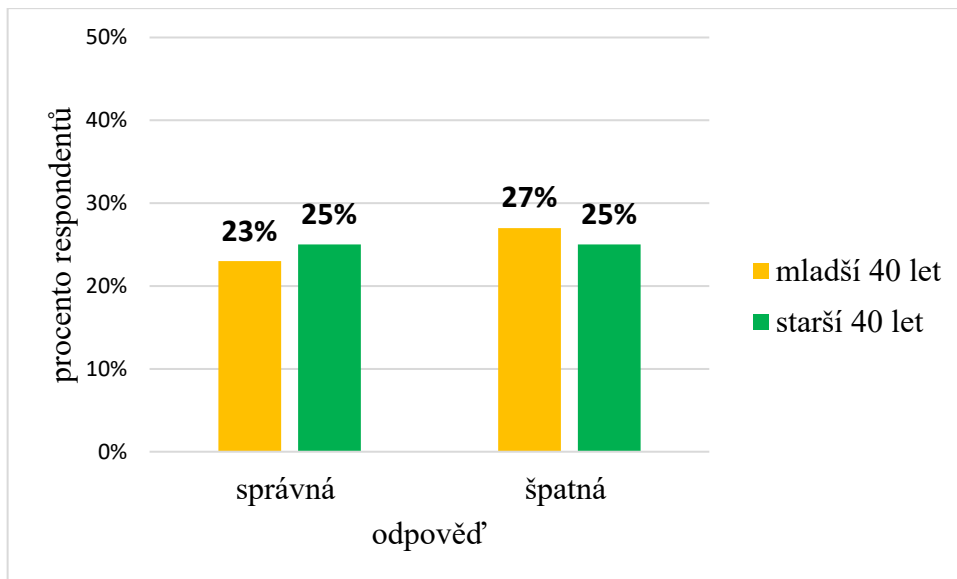
- a) narušení funkčnosti štítné žlázy
- b) zničení nechráněných elektrických a elektronických zařízení**
- c) žádné
- d) narušení přenosu vzruchu v buňkách mozku



**Obrázek 28: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 9**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 28 udává celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správně odpovědělo 48 % respondentů a špatně odpovědělo 52 % respondentů z celkového počtu respondentů.



**Obrázek 29: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 9 v závislosti na věkové skupině respondentů**

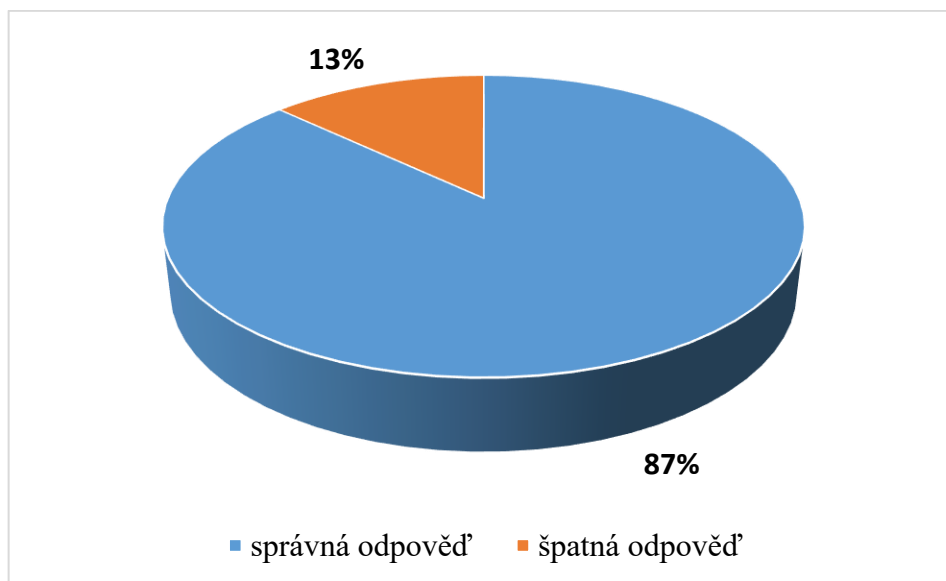
Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 29 je zaznamenáno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 23 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 25 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 27 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 25 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.



**10 ) Jaký ničivý účinek má radioaktivní spad z jaderného výbuchu?**

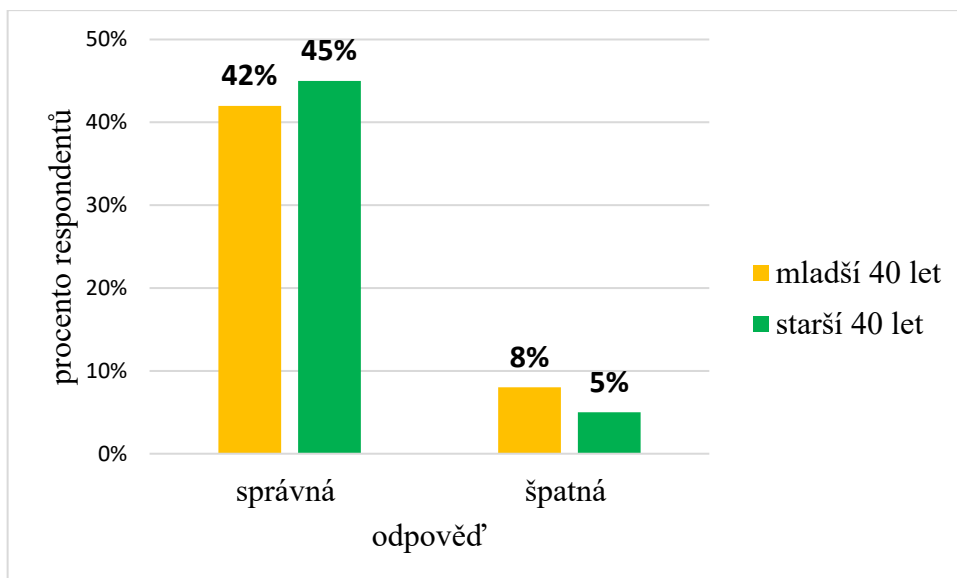
- a) dochází ke kontaminaci životního prostředí, ale nedochází k dalšímu ozáření osob
- b) dochází pouze k znečištění ovzduší
- c) dochází k rozsáhlé kontaminaci životního prostředí, a v důsledku toho dochází k ozáření osob**
- d) žádný



**Obrázek 30: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 10**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 30 znázorňuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 87 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 13 % respondentů z celkového počtu respondentů.



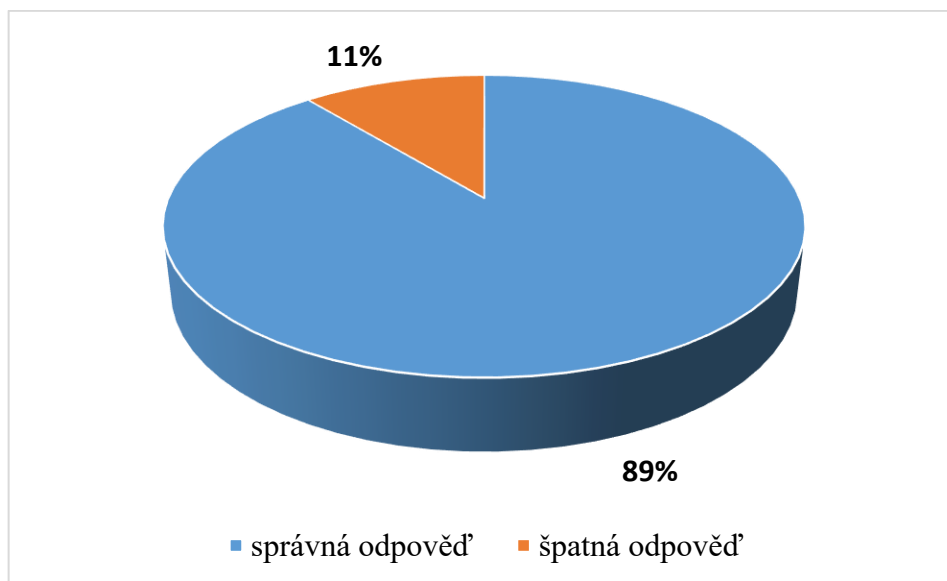
**Obrázek 31: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 10 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 31 je uvedeno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 42 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 45 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 8 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 5 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**11) K rozvoji jakých komplikací či nemocí dochází u člověka, který byl ozářen ionizujícím zářením v důsledku testování jaderné zbraně?**

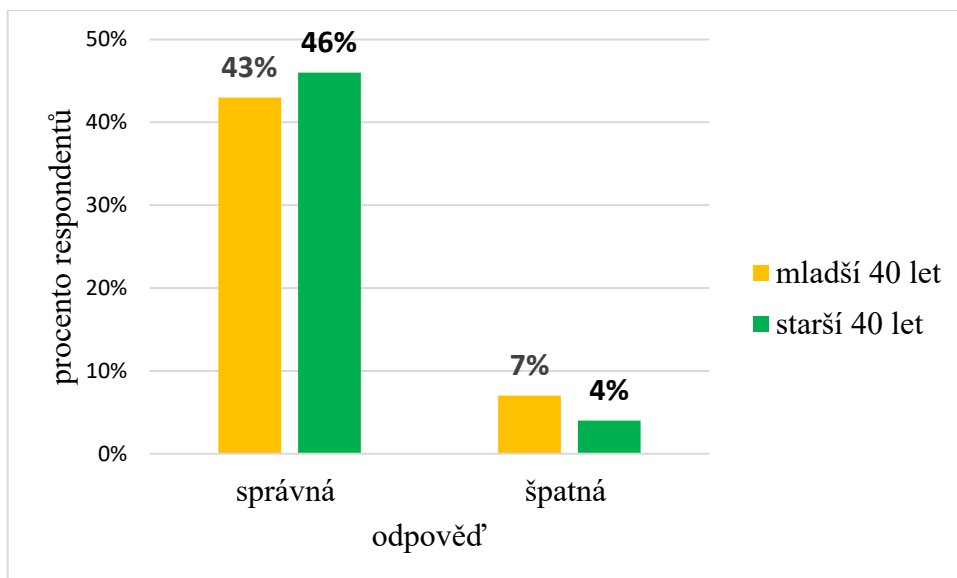
- a) akutní nemoc z ozáření a radiační dermatitida
- b) termické popáleniny
- c) ruptura ušních bubínek
- d) narušení přenosu informací v mozku



**Obrázek 32: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 11**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 32 představuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 89 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 11 % respondentů z celkového počtu respondentů.



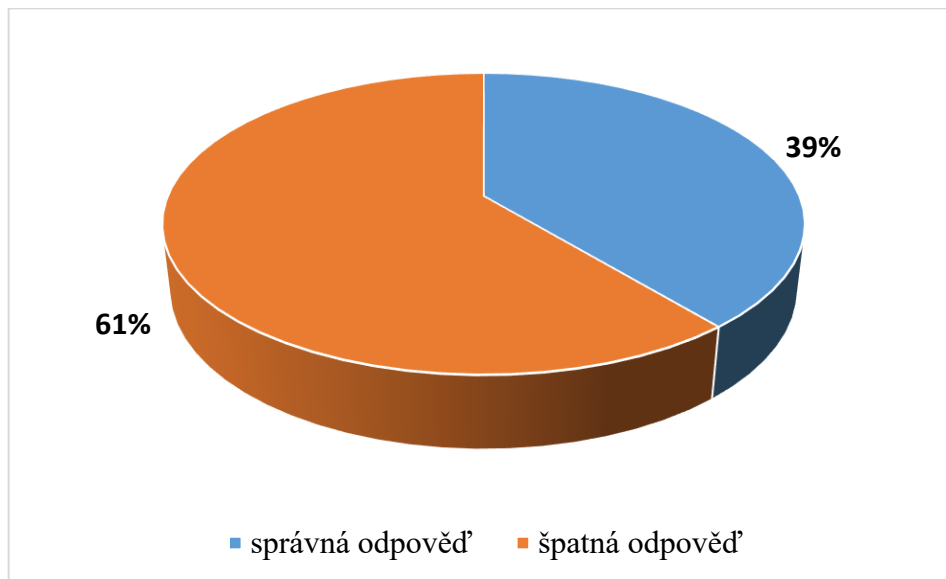
**Obrázek 33: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 11 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 33 je vyobrazeno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 43 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 46 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 7 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 4 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**12) Jaká organizace či úřad byly založeny v roce 1955 jako reakce na obavy z radiální expozice lidí?**

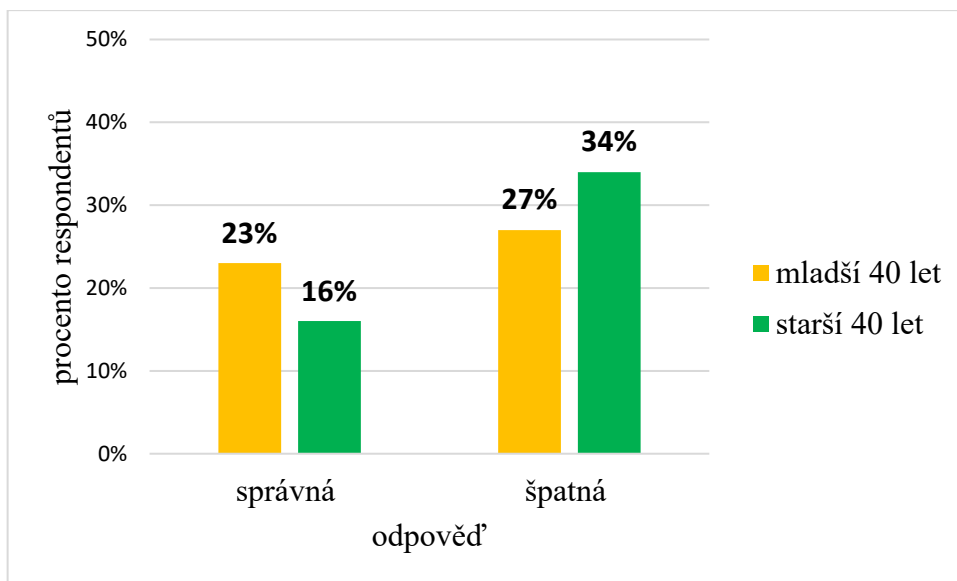
- a) Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)
- b) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)**
- c) Evropské společenství pro atomovou energii (EUROATOM)
- d) International Agency for Research on Cancer (IARC)



**Obrázek 34: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 12**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 34 zachycuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 39 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 61 % respondentů z celkového počtu respondentů.



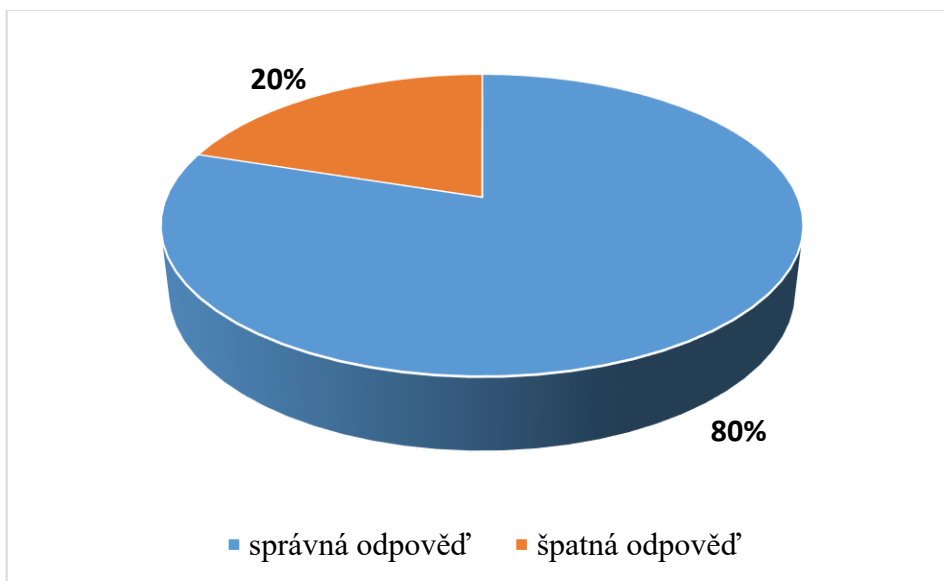
**Obrázek 35: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 12 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 35 je zaznamenáno procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 23 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 16 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 27 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 34 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.

**13) Která jaderná velmoc provedla poslední jaderný test?**

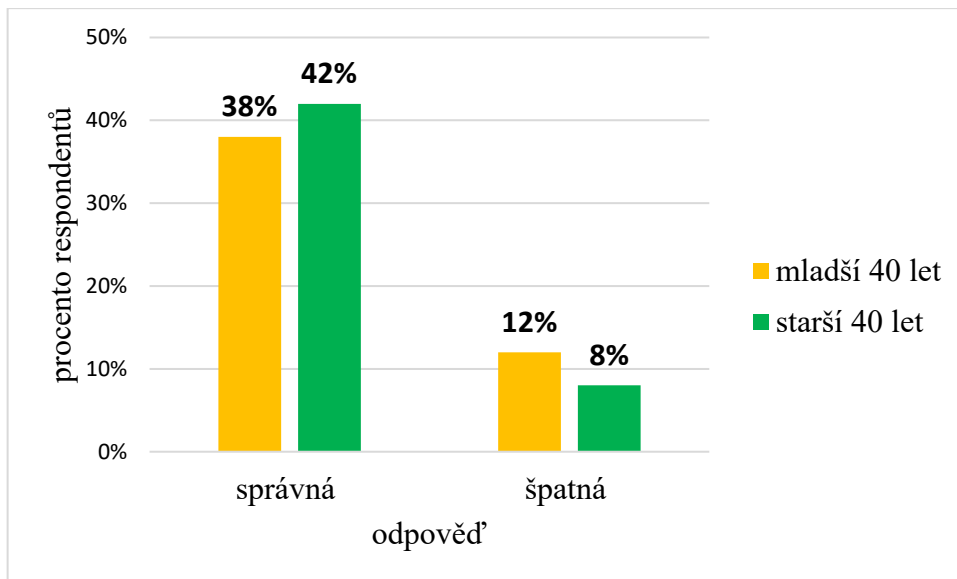
- a) Severní Korea
- b) Pákistán
- c) Čína
- d) Indie



**Obrázek 36: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 13**

Zdroj: vlastní výzkum

Obrázek 36 představuje celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí. Správnou odpověď zvolilo 80 % respondentů a špatnou odpověď zvolilo 20 % respondentů z celkového počtu respondentů.



**Obrázek 37: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 13 v závislosti na věkové skupině respondentů**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 37 je procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí a to v závislosti na věkové skupině respondentů. Správnou odpověď zvolilo 38 % respondentů řadících se do věkové skupiny mladších 40 let a 42 % respondentů řadících se do věkové skupiny starších 40 let. Špatně pak odpovědělo 12 % respondentů z věkové skupiny mladších 40 let a 8 % respondentů z věkové skupiny starších 40 let.



**Tabulka 6: Počet respondentů dle procentuálního zastoupení správných odpovědí**

<b>Počet správných odpovědí v %</b>	<b>počet správných odpovědí</b>	<b>Počet respondentů</b>
50 % a méně	6 a méně	<b>13</b>
více než 50 %	7 a více	<b>87</b>

Zdroj: vlastní výzkum

Tabulka 6 představuje rozdělení všech respondentů na základě míry znalostí a to dle dosažení určené procentuální hranice správných odpovědí v dotazníkovém šetření. Celkem 87 respondentů mělo v dotazníkovém šetření 50 % a více správných odpovědí. Pouze 13 respondentů mělo 50 % a méně správných odpovědí.

#### 4.1 Statistické zpracování výsledků – věkové skupiny mladší 40 let

HNJ	míra znalostí obyvatelstva v otázkách souvisejících s testováním jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus
SJ	obyvatel žijící v Jihočeském kraji spadající do věkové skupiny respondentů mladších 40 let
SZ	počet správných odpovědí
HSZ	0–13 odpovědí
ZSS	100 obyvatel
VSS	50 obyvatel

##### 4.1.1 Škálování a měření – věkové skupiny mladší 40 let

Za pomoci Sturgesova pravidla, bylo určeno 7 prvků škály, které jsou uvedeny v tabulce 7. Sturgesovo pravidlo :  $k = 1 + 3,3 \log_{10}n$  (k = počet prvků škály; n = počet statistických jednotek)

Výpočet škol:  $k = 1 + 3,3 \log_{10}50 = 6,60$

**Tabulka 7: Škálování výsledků šetření – věkové skupiny mladší 40 let**

Prvek škály	Počet správných odpovědí (správná odpověď= 1 bod)	Počet respondentů
1	1 bod a méně	0
2	2 až 3 body	2
3	4 až 5 bodů	2
4	6 až 7 bodů	8
5	8 až 9 bodů	14
6	10 až 11 bodů	18
7	12 a více bodů	6

Zdroj: vlastní výzkum

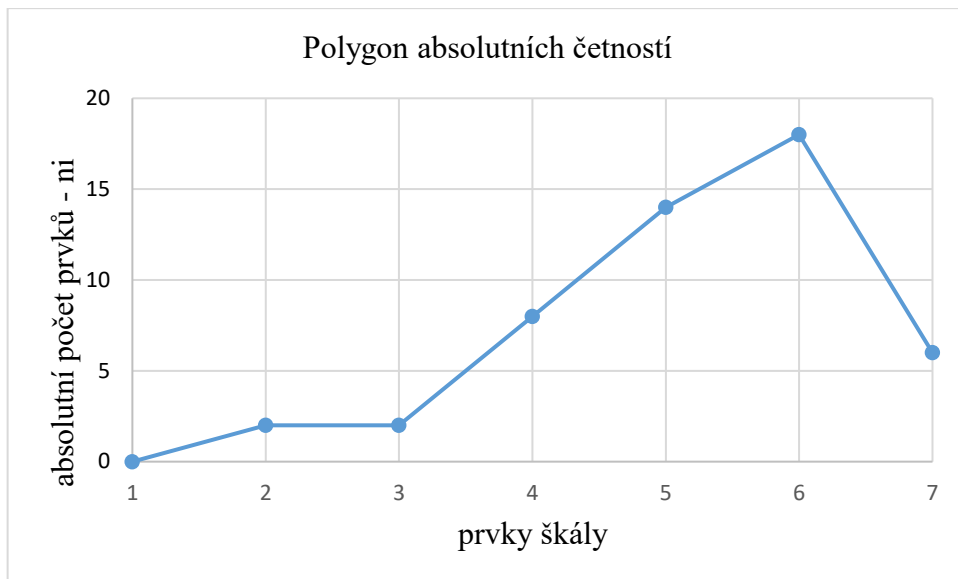
#### 4.1.2 Elementární statistické zpracování – věkové skupiny mladší 40 let

Výsledky elementárního statistického zpracování jsou uvedeny v tabulce 8. Na základě těchto výsledků jsou sestaveny polygony příslušných četností. Na závěr v tabulce 9 jsou uvedeny výsledky vypočítaných empirických parametrů.

**Tabulka 8: Výsledky měření – věkové skupiny mladší 40 let**

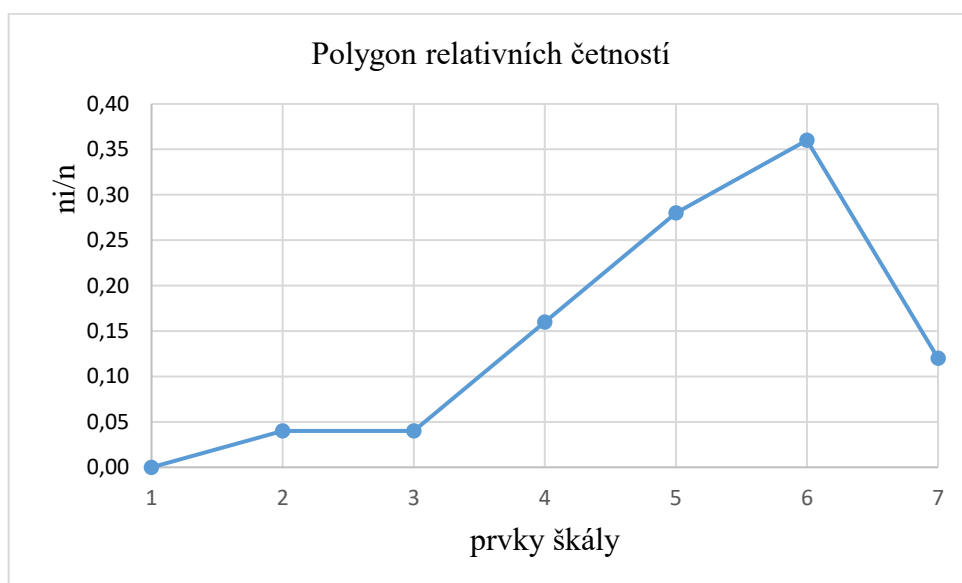
$x_i$	$n_i$	$\sum n_i$	$n_i/n$	$\sum n_i/n$	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2	2	0,04	0,04	4	8	16	32
3	2	4	0,04	0,08	6	18	54	162
4	8	12	0,16	0,24	32	128	512	2 048
5	14	26	0,28	0,52	70	350	1 750	8 750
6	18	44	0,36	0,88	108	648	3 888	23 328
7	6	50	0,12	1	42	294	2 058	14 406
$\Sigma$	<b>50</b>		<b>1</b>		<b>262</b>	<b>1 146</b>	<b>8 278</b>	<b>48 726</b>

Zdroj: vlastní výzkum



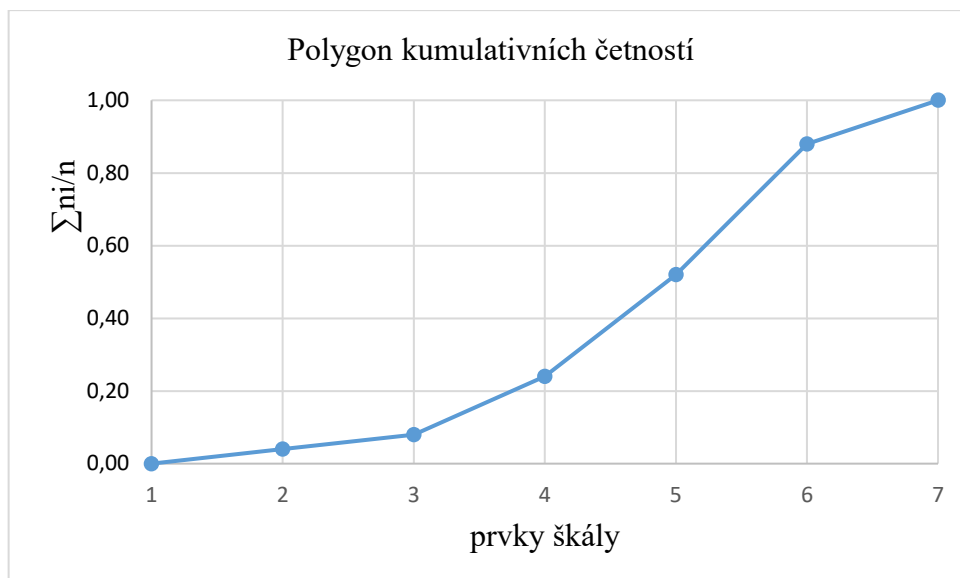
**Obrázek 38: Empirické rozdělení absolutních četností – věkové skupiny mladší 40 let**

Zdroj: vlastní výzkum



**Obrázek 39: Empirické rozdělení relativních četností – věkové skupiny mladší 40 let**

Zdroj: vlastní výzkum



**Obrázek 40: Empirické rozdělení kumulativních četností – věkové skupiny mladší 40 let**

Zdroj: vlastní výzkum

**Tabulka 9: Vypočítané empirické parametry – věkové skupiny mladší 40 let**

Parametr	Značení	Výsledek
obecný moment 1. řádu	$O_1$	5,24
obecný moment 2. řádu	$O_2$	28,92
obecný moment 3. řádu	$O_3$	165,56
obecný moment 4. řádu	$O_4$	974,52
centrální moment 2. řádu	$C_2$	1,68
směrodatná odchylka	$S_x$	1,3

Zdroj: vlastní výzkum

## 4.2 Statistické zpracování výsledků – věkové skupiny starší 40 let

HNJ	míra znalostí obyvatelstva v otázkách souvisejících s testováním jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus
SJ	obyvatel žijící v Jihočeském kraji spadající do věkové skupiny respondentů starších 40 let
SZ	počet správných odpovědí
HSZ	0–13 odpovědí
ZSS	100 obyvatel
VSS	50 obyvatel

### 4.2.1 Škálování a měření – věkové skupiny starší 40 let

Za pomoci Sturgesova pravidla, bylo určeno 7 prvků škály, které jsou uvedeny v tabulce 10. Sturgesovo pravidlo:  $k = 1 + 3,3 \log_{10}n$  ( $k$  = počet prvků škály;  $n$  = počet statistických jednotek)

Výpočet škol:  $k = 1 + 3,3 \log_{10}50 = 6,60$

**Tabulka 10: Škálování výsledků šetření – věkové skupiny starší 40 let**

Prvek škály	Počet správných odpovědí (správná odpověď= 1 bod)	Počet respondentů
1	1 bod a méně	1
2	2 až 3 body	0
3	4 až 5 bodů	1
4	6 až 7 bodů	8
5	8 až 9 bodů	14
6	10 až 11 bodů	15
7	12 a více bodů	11

Zdroj: vlastní výzkum

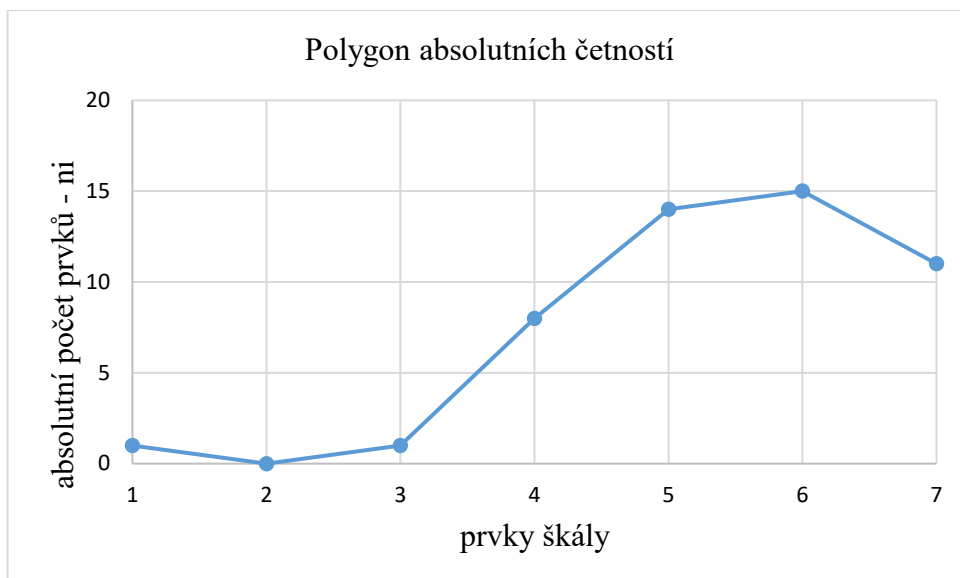
#### 4.2.2 Elementární statistické zpracování – věkové skupiny starší 40 let

Výsledky elementárního statistického zpracování jsou uvedeny v tabulce 11. Na základě těchto výsledků jsou sestaveny polygony příslušných četností. Na závěr v tabulce 12 jsou uvedeny výsledky vypočítaných empirických parametrů.

**Tabulka 11: Výsledky měření – věkové skupiny starší 40 let**

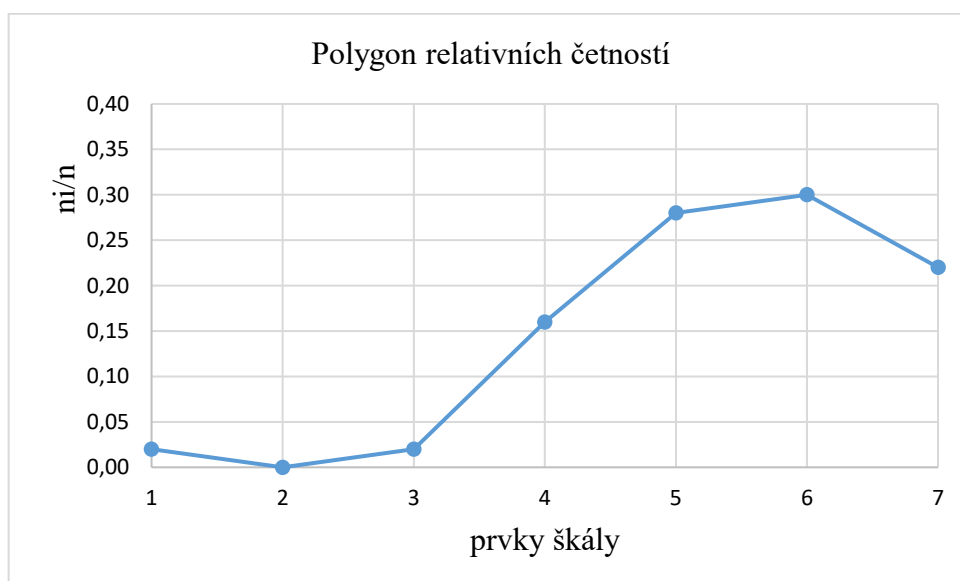
$x_i$	$n_i$	$\sum n_i$	$n_i/n$	$\sum n_i/n$	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$
1	1	1	0,02	0,02	1	1	1	1
2	0	1	0	0,02	0	0	0	0
3	1	2	0,02	0,04	3	9	27	81
4	8	10	0,16	0,2	32	128	512	2 048
5	14	24	0,28	0,48	70	350	1 750	8 750
6	15	39	0,3	0,78	90	540	3 240	19 440
7	11	50	0,22	1	77	539	3 773	26 411
$\Sigma$	<b>50</b>		<b>1</b>		<b>273</b>	<b>1 567</b>	<b>9 303</b>	<b>56 731</b>

Zdroj: vlastní výzkum



**Obrázek 41: Empirické rozdělení absolutních četností – věkové skupiny starší 40 let**

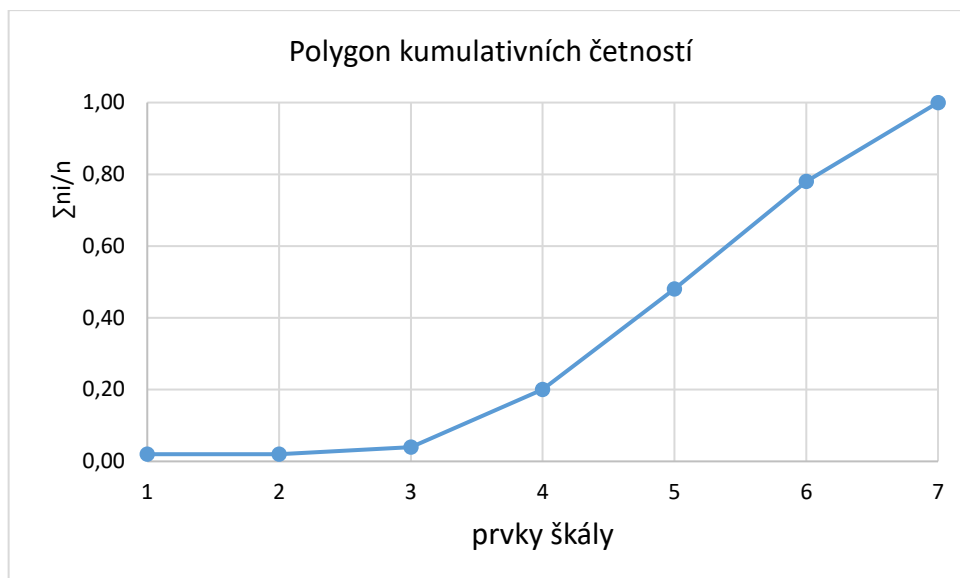
Zdroj: vlastní výzkum



**Obrázek 42: Empirické rozdělení relativních četností – věkové skupiny starší 40 let**

Zdroj: vlastní výzkum





**Obrázek 43: Empirické rozdělení kumulativních četností – věkové skupiny starší 40 let**

Zdroj: vlastní výzkum

**Tabulka 12: Vypočítané empirické parametry – věkové skupiny starší 40 let**

Parametr	Značení	Výsledek
obecný moment 1. řádu	$O_1$	5,46
obecný moment 2. řádu	$O_2$	31,34
obecný moment 3. řádu	$O_3$	186,06
obecný moment 4. řádu	$O_4$	1 134,6
centrální moment 2. řádu	$C_2$	1,53
směrodatná odchylka	$S_x$	1,24

Zdroj: vlastní výzkum

### 4.3 Parametrické testování – dvouvýběrový t-test

Pro parametrické testování byl zvolen dvouvýběrový t-test. Stanoveny byly dvě hypotézy a to nulová hypotéza  $H_0$  a alternativní hypotéza  $H_a$ .

- $H_0$ : Respondenti starší 40 let nemají statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.
- $H_a$ : Respondenti starší 40 let mají statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.

K výpočtu parametrického testování bylo zapotřebí vypočtené empirické parametry označit příslušnými indexy, viz tabulka 13. Parametry, které charakterizovaly věkovou skupinu starší 40 let, byly označeny indexem 1. Parametry, které představovaly věkovou skupinu mladší 40 let, byly označeny indexem 2.

**Tabulka 13: Empirické parametry výběrových souborů pro parametrické testování**

VSS <sub>1</sub>		VSS <sub>2</sub>	
$n_1$	50	$n_2$	50
$O_{11} = \mu$	5,46	$O_{12} = \mu$	5,24
$S_{x1}$	1,24	$S_{x2}$	1,3

Zdroj: vlastní výzkum

Výpočet dvou výběrového t-testu dle vzorce:

$$t_{exp} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_{x1}^2 + (n_2 - 1)S_{x2}^2}} * \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}} = \mathbf{0,87}$$

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

$$t_{exp} \notin W$$

Hodnota výsledku  $t_{\text{exp}}$  nenáleží do oboru kritických hodnot  $W$ . Na základě toho se tedy přijme nulová hypotéza: „Respondenti starší 40 let nemají statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let“. Alternativní hypotéza se zamítne.

## 5 DISKUZE

V současné době je problematika týkající se testování jaderných zbraní stále aktuální. S ohledem na historii jaderného testování a z něj plynoucích rizik je důležité, aby obyvatelstvo mělo určité znalosti týkající se této problematiky. Stále je tu riziko, že by jaderné zbraně mohly být zneužity. Z tohoto důvodu by měli obyvatelé mít alespoň minimální povědomí o účincích, následcích, případně i principech jaderného testování. Nikdy totiž nemáme jistotu, že se jaderné zbraně nemohou stát prostředky demonstrace násilí i v budoucnu. Následky by pak byly katastrofální.

### 5.1 Diskuze k otázkám uvedeným v dotazníku

Za účelem zjištění a porovnání míry znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus a také porovnání znalostí dvou věkových skupin mezi sebou, bylo provedeno dotazníkové šetření. Šetření mělo také za cíl potvrdit či vyvrátit stanovené hypotézy.

Stanovena byla hypotéza, že více než 2/3 všech oslovených respondentů ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje budou mít v dotazníkovém šetření týkajícím se testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus více než 50 % odpovědí správných. Druhá hypotéza předpokládala, že respondenti starší 40 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let. Za tímto účelem byly vypracovány dva grafy pro každou otázku týkající se dané problematiky. Snažila jsem se také najít podobné práce, které se v rámci výzkumné části zabývaly dotazníkovým šetřením v otázkách jaderného testování. Snahou bylo porovnat výsledky dotazníkových šetření mezi sebou. Tyto práce se mi nepodařilo dohledat. Pouze v případě jedné práce bylo možné porovnat výsledek jedné otázky z celého dotazníkového šetření.

Otázka č. 1 zjišťovala, v jakém roce započalo testování jaderných zbraní. Správnou odpovědí byl rok 1945. Tuto možnost zvolilo 17 % respondentů ze skupiny mladších 40 let a 23 % respondentů ze skupiny starších 40 let. Celkově odpovědělo správně 40 % respondentů. Lépe odpovídala skupina starší 40 let a to o šest procent. Tato otázka byla druhá v pořadí, která získala nejvíce špatných odpovědí, ze kterých respondenti nejčastěji volili možnost rok 1939. Tuto možnost zvolilo 48 % respondentů. Zbylých 12 %

respondentů pak volilo zbylé možnosti. Dle Krafký (2016) odpovídali na stejnou otázku studenti bakalářského studia o 23 % lépe než studenti magisterského studia ochrany obyvatelstva. Z čehož všeobecně vyplývá, že míra znalostí není ovlivněna věkem.

Otázka č. 2 zněla: „Jakým krycím názvem byl označen zcela první jaderný test na světě?“ Správná byla odpověď „Trinity“. Tato otázka dopadla o něco lépe než ta předcházející. Nicméně správně odpovědělo 31 % respondentů ze skupiny mladších 40 let a 24 % respondentů ze skupiny starších 40 let. Celkově odpovědělo správně 55 % respondentů. V tomto případě si lépe vedla věková skupina mladší 40 let, která vedla o sedm procent nad druhou věkovou skupinou. Nejčastěji volenou špatnou odpovědí byla možnost Little Boy a těsně za ní možnost Fat Man.

Třetí otázka navazovala na tu předchozí. Zjišťovala povědomí respondentů o tom, která z uvedených jaderných velmocí tento první jaderný test uskutečnila. Správnou odpovědí byly Spojené státy americké. Tuto možnost zvolilo 83 % respondentů. Rozdíl mezi výsledky věkových skupin byl tříprocentní. Z věkové skupiny starší 40 let zvolilo správnou odpověď 43 % respondentů a 40 % respondentů ze skupiny mladší 40 let. Zbylí respondenti tj. 17 % odpovídali špatně. Volili, že první jaderný test provedl Svaz socialistických republik. Dle mého názoru se jedná o celkem uspokojivý výsledek, i když jsem předpokládala, že výsledek se bude pohybovat kolem 95 % správných odpovědí.

Otázka č. 4 byla zaměřená na válečné použití jaderných zbraní. Otázka zněla: „Kde se odehrálo druhé válečné použití jaderných zbraní?“. Správnou odpovědí bylo Nagasaki. Správně odpovědělo 73 % respondentů. Nicméně špatně odpovědělo 23 % respondentů, kteří převážně volili odpověď Hirošima. Tato otázka byla možná záludná, přesto bych řekla, že výsledek by mohl být lepší vzhledem k tomu, že se jedná o všeobecně známý fakt. V tomto případě lépe odpovídala věková skupina starších 40 let, která dosáhla 40 % z celkového počtu správných odpovědí. Věková skupina mladší 40 let dosáhla, z celkového počtu správných odpovědí pouze 33 %. Rozdíl mezi oběma skupinami byl o sedm procent.

Otázka č. 5 ověřovala znalosti ohledně představy jaké účinky nastávají během jaderného výbuchu. Správnou odpovědí byla: „tlaková vlna, rázová vlna, ionizující záření, světelné a tepelné záření, elektromagnetický impulz a kontaminace (indukovaná radioaktivita)“. Tuto možnost zvolilo celkem 79 % respondentů z toho 38 % respondentů skupiny mladších 40 let a 41 % respondentů starších 40 let. Rozdíl mezi oběma skupinami byl

pouze tříprocentní. Nejčastěji volenou špatnou odpovědí byla možnost, že mezi účinky, které nastávají během jaderného výbuchu, řadíme tlakovou vlnu, rázovou vlnu a indukovanou radioaktivitu. Tuto možnost zvolilo 16 % respondentů. V rámci této otázky jsem naopak předpokládala úspěšnost mnohem nižší přibližně kolem 40 % a to z důvodu, že laická veřejnost bude mít spíše špatné či zkreslené představy o průběhu jaderného výbuchu.

Další otázka, v pořadí šestá se týkala problematiky účinků tepelného záření na přítomné osoby při jaderném výbuchu. Správná odpověď zněla: „V epicentru výbuchu způsobí sublimaci (vypaření) přítomných osob“. Správnou odpověď zvolilo celkem 76 % respondentů. Velmi podobné výsledky měla i předchozí otázka. Lépe odpovídala skupina starší 40 let, která dosáhla 39 % správně odpovídajících respondentů. Rozdíl výsledků u obou skupin byl pouze dvouprocentní, protože věková skupina mladší 40 let měla 37 % správně odpovídajících respondentů. Výsledky v porovnání s předchozími otázkami jsou odpovídající. Zbýlých 24 % odpovídajících respondentů zvolilo špatnou možnost: „popáleniny 1. stupně“. Myslím si, že řada těchto respondentů si pravděpodobně spojila účinek tepelného záření se vznikem popálenin, ale už si nejspíše nepředstavili jaký rozsah popáleniny 1. stupně mají.

Otázka č. 7 znovu úzce souvisí s otázkou č. 5. V tomto případě se však ověřují znalosti v rámci účinků, které má tlaková vlna na přítomné osoby při jaderném výbuchu. Správnou odpověď, že tlaková vlna způsobuje rupturu ušních bubínek, pneumotorax plic či smrt přítomných osob, zvolilo celkem 81 % respondentů. Obě věkové skupiny odpovídaly srovnatelně, lišily se pouze o jedno procento ve prospěch věkové skupiny starší 40 let. Nejčastěji volenou špatnou odpovědí byla možnost, že tlaková vlna vytváří podtlak v plicních sklípcích.

Následující v pořadí osmá otázka se zaměřila na problematiku ionizujícího záření a na jeho důsledky na lidský organismus. Správnou odpovědí byl zánik buněk nebo jejich poškození. Tuto odpověď zvolilo celkem 85 % respondentů. Osmá otázka byla v pořadí třetí nejlépe zodpovídaná. Rozdílnost mezi věkovými skupinami byla zcela zanedbatelná, jednalo se pouze o jedno procento. Věková skupina starší 40 let měla 43 % správně odpovídajících respondentů a skupina mladší 40 let měla 42 % správně odpovídajících

respondentů. Zbylých 15 % respondentů odpovědělo špatně. Nejčastěji volili možnost, že ionizující záření v lidském těle napomáhá k syntéze bílkovin.

Otázka č. 9 se zabývala ničivými účinky vyvolané elektromagnetickým impulzem během jaderného výbuchu. Správná odpověď zněla: „zničení nechráněných elektrických a elektronických zařízení“. Tato otázka byla jednou z těch, na kterou se obtížně odpovídalo. Správnou odpověď zvolilo pouze 48% respondentů. Nicméně rozdíl mezi věkovými skupinami byl pouze o dvě procenta ve prospěch věkové skupiny starší 40 let. Ze skupiny mladší 40 let odpovědělo 23 % respondentů správně a ze skupiny starší 40 let pak 25 % respondentů. Zbylí respondenti, kteří odpovídali špatně pak volili spíše odpověď narušení funkčnosti štítné žlázy. Myslím si, že respondenti pravděpodobně nevěděli co znamená elektromagnetický impulz a možnou odpověď: „narušení funkčnosti štítné žlázy“ si spojili s uvolňováním radioaktivních látek během výbuchu do ovzduší a následným spadem.

Otázka č. 10 zjišťovala znalosti v rámci problematiky radioaktivního spadu a jeho ničivého účinku z jaderného výbuchu. Správnou odpovědí bylo, že dochází k rozsáhlé kontaminaci životního prostředí, a v důsledku toho dochází k ozáření osob. Správně odpovědělo celkem 87 % respondentů. Lépe odpovídala skupina starší 40 let, která dosáhla 45 % správně odpovídajících respondentů. Skupina mladší 40 let měla 42 % správně odpovídajících respondentů. Rozdíl mezi skupinami byl tříprocentní. Jednalo se o druhou nejlépe vyhodnocenou otázku. Myslím si, že pravděpodobně správnost odpovědi byla ovlivněna povědomím respondentů o radiační havárii v Černobylu či Fukušimě, které byly značně medializovány.

Jedenáctá otázka byla zaměřena na komplikace či nemoci, ke kterým dochází u člověka po ozáření ionizujícím zářením. Správnou odpovědí byla akutní nemoc z ozáření a radiační dermatitida. Na tuto otázku odpovědělo správně celkem 89 % respondentů. Jedná se tedy o otázku s nejlepšími výsledky ze všech otázek. Znovu si lépe vedla skupina starší 40 let, která měla 46 % správně odpovídajících respondentů. Rozdíl s druhou skupinou byl o tři procenta, jelikož skupina mladší 40 let měla 43 % správně odpovídajících respondentů. Zbylých 11 % respondentů volilo špatně možnost narušení přenosu informací do mozku. V rámci této otázky mě velice příjemně překvapilo povědomí veřejnosti o možných zdravotních následcích po ozáření. Myslím si, že většina respondentů byla seznámena s tímto tématem z řady dostupných a velice

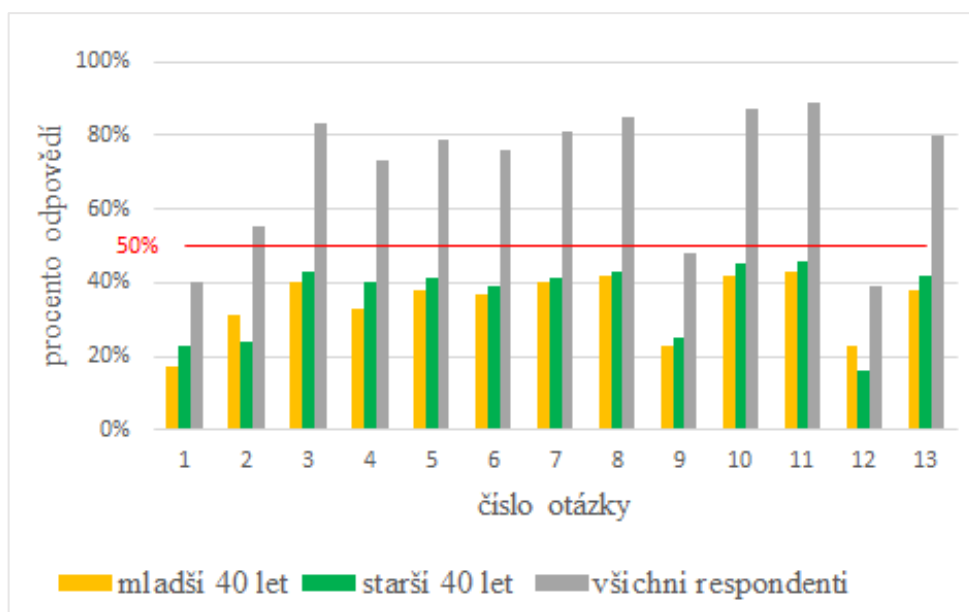
naučných dokumentů např. o Hirošimě a Nagasaki, proto byla úspěšnost v této otázce velmi vysoká.

Otázka č. 12 zjišťovala informovanost veřejnosti ohledně organizací či úřadů, které vznikly v návaznosti na jadernou problematiku. Otázka zněla: „Jaká organizace či úřad byly založeny v roce 1955 jako reakce na obavy z radiační expozice lidí?“. Správnou odpovědí bylo United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). Tato otázka dopadla nejhůře ze všech. Na druhou stranu se jednalo o poměrně těžkou otázku. Správně odpovědělo pouze 39 % respondentů. V rámci této otázky si lépe vedla skupina mladší 40 let, která měla 23 % správně odpovídajících respondentů. Zbýlých 16 % zastoupila skupina starší 40 let. Rozdíl mezi oběma skupinami tedy činil sedm procent. Zbýlých 61 % špatně odpovídajících respondentů pak volilo možnosti: SÚJB (49 % respondentů) a možnost EUROATOM (12 % respondentů). Myslím si, že pravděpodobně větší úspěšnost měla mladší skupina z důvodu lepších znalostí anglického jazyka, tudíž respondenti této skupiny si byli schopni odpověď logicky odvodit vylučovací metodou.

Poslední otázka, v pořadí třináctá, se zaměřila na spíše všeobecný přehled v rámci událostí ve světě. Otázka byla směřována na poslední jaderný test. Otázka zněla: „jaká jaderná velmoc tento test provedla?“. Správnou odpovědí byla Severní Korea, kterou správně vybralo 80% respondentů. Lépe odpovídala skupina starší 40 let, která měla 42 % správně odpovídajících respondentů. Rozdíl od druhé skupiny byl o čtyři procenta, jelikož skupina mladší 40 let měla 38 % správně odpovídajících respondentů. Zbýlých 20 % odpovídajících respondentů volilo špatně možnost Čína. Dle mého názoru skupina starší 40 let se více zajímá o zprávy ze světa, proto je jejich informovanost vyšší. Nicméně rozdíl činící čtyři procenta je poměrně malý.

Hypotéza, že více než 2/3 všech oslovených respondentů ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje budou mít v dotazníkovém šetření týkajícím se testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus více než 50 % odpovědí správných, byla potvrzena. Respondenti byli rozděleni dle počtu správně zodpovězených otázek do dvou kategorií, které představovaly dosažení určené procentuální hranice a to 50 % (a méně) správných odpovědí a více než 50 % správných odpovědí. Z výsledků je jasně zřejmé, že 87% respondentů z celkových 100 dotazovaných respondentů, prokázali znalosti vyšší než byla hranice 50 %.





**Obrázek 44: Procentuální úspěšnost respondentů v jednotlivých otázkách**

Zdroj: vlastní výzkum

Na obrázku 44 je znázorněno jak si vedli obě věkové skupiny a celkem všichni respondenti dohromady u jednotlivých otázek. V rámci všech respondentů můžeme vidět, zda byla překročena hranice 50 %. Pouze u otázek č. 1, č. 9 a č. 12 znalosti všech respondentů nedosahují vytyčené hranice 50 %.

## 5.2 Diskuze ke statistickému šetření

Ve věkové skupině mladší 40 let byly statistickým šetřením zjištěny znalosti respondentů v otázkách týkajících se jaderného testování a jeho vlivu na zdraví člověka. Aritmetický průměr jejich znalostí vyšel 5,24.

Statistickým šetřením ve věkové skupině starší 40 let byly také zjištěny znalosti respondentů v otázkách týkajících se jaderného testování a vlivem na zdraví člověka. Aritmetický průměr jejich znalostí vyšel 5,46.

Hypotéza: „Respondenti starší 40 let budou mít statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let“, byla vyhodnocena prostřednictvím metod deskriptivní a matematické statistiky. Pro testování byl zvolen dvouvýběrový t-test. Na jeho základě byla hypotéza

vyvrácena. Tudíž lze konstatovat, že respondenti starší 40 let nemají statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.

## 6 ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zpracována na téma: „Jaderné testy a jejich vliv na zdraví člověka“. V teoretické části práce došlo k analýze literárních zdrojů a příslušných právních předpisů řešících danou problematiku.

Ve výzkumné části práce bylo provedeno vyhodnocení dotazníkového šetření za použití základních metod deskriptivní a matematické statistiky. Výzkum byl zaměřen na míru znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus. Byly porovnány znalosti obyvatelstva dvou věkových kategorií a to skupiny mladší 40 let a skupiny starší 40 let. Byly stanoveny dvě hypotézy. První hypotéza byla potvrzena, tudíž lze konstatovat, že více než 2/3 všech oslovených respondentů ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje mělo v dotazníkovém šetření týkající se testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus více než 50 % odpovědí správných. Druhá hypotéza byla vyvrácena, tudíž lze konstatovat, že respondenti starší 40 let nemají statisticky významně vyšší znalosti v oblasti testování jaderných zbraní a jejich účinků na lidský organismus než respondenti mladší 40 let.

Cíle práce „Zjistit míru znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus“ a „Porovnat znalosti obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus ve věkové kategorii do 40 let a nad 40 let“ byly v bakalářské práci naplněny.

V rámci této bakalářské práce vznikl obraz míry znalostí obyvatelstva ve vybraných lokalitách Jihočeského kraje o testování jaderných zbraní a jejich účincích na lidský organismus. Práce by mohla sloužit jako studijní materiál pro studenty studijního programu ochrany obyvatelstva a příbuzných oborů.

## 7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

ARMÁDNÍ NOVINY, 2014. *Jaderné zbraně: Skalpel jaderného výbuchu, část 1.* [online]. [cit. 2019-02-25] Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/jaderné-zbrane-skalpel-jaderného-výbuchu-cast-1-.html>

CTBTO, ©2019. *Preparatory commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty organisation.* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: <https://www.ctbto.org/>

ČČK, ©2019. *Přijetí smlouvy o zákazu jaderných zbraní - vítězství humanity* [online] Český červený kříž. [cit. 2019-01-28] Dostupné z: <https://cervenykriz.eu/cz/656.aspx>

EICHLER, J., 2007. *Terorismus a války a počátku 21. století.* Praha: KAROLINUM. ISBN 978-80-246-1317-8

GROHMANN, J., 2014. *Jaderné zbraně: Skalpel jaderného výbuchu, část 2.* [online]. [cit. 2019-02-27] Dostupné z: <https://www.armadninoviny.cz/jaderné-zbrane-skalpel-jaderného-výbuchu-cast-2-.html?hledat=jadern%C3%A9+zbran%C4%9B>

HAVRÁNKOVÁ, R., FREITINGER SKALICKÁ, Z., HAVRÁNEK, J., ZÖLZER, F., KUNA, P., 2018. *Základy radiobiologie.* Jihočeské univerzita v Českých Budějovicích-Zdravotně sociální fakulta. ISBN 978-80-7394-696-8

CHVÁTALOVÁ, B., BROUNKOVÁ, D., 2018. *Pravidla radiační ochrany – příručka* [online]. [cit. 2019-03-16] Dostupné z: [https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/kp/pravidla\\_ro-prirucka\\_e-kurzu.pdf](https://www.cez.cz/edee/content/file/vzdelavani/skoleni/kp/pravidla_ro-prirucka_e-kurzu.pdf)

INSTORY, 2017. *Vědci krouť hlavou: Na ostrově zničeném jadernými bombami našli něco velmi překvapivého!* [online]. [cit. 2019-03-28] Dostupné z: [https://veda.instory.cz/zeme-priroda/39-vedci-krouti-hlavou-na-ostrove-znicenem-jadernymi-bombami-nasli-neco-velmi-prekvapiveho.html?fbclid=IwAR2DWhHtawC5i-uyGjYLjaOU51FA4j-FYsw\\_URGfyStQETkzjAJX81r\\_vtg](https://veda.instory.cz/zeme-priroda/39-vedci-krouti-hlavou-na-ostrove-znicenem-jadernymi-bombami-nasli-neco-velmi-prekvapiveho.html?fbclid=IwAR2DWhHtawC5i-uyGjYLjaOU51FA4j-FYsw_URGfyStQETkzjAJX81r_vtg)

JACOBS, R., 2004. *The radiation that makes people invincible: a global Hibakusha perspective.* The Asia-Pacific Journal : Japan Focus. Vol. 12, Issue 31, No. 1. ISSN 1557-4660

Jaderná zbraň, 2019. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2019 [cit. 2019-04-17]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1\\_zbra%C5%88](https://cs.wikipedia.org/wiki/Jadern%C3%A1_zbra%C5%88)

JOINER, M., KOGEL A., 2009. *Basic clinical radiobiology*. 4th ed. London: Hodder Arnold. ISBN 978-0-340-92966-7.

JUKL, M. 2017. *Historická dohoda o zákazu jaderných zbraní- vítězství humanity*. [online] Český červený kříž. [cit. 2019-01-28] Dostupné z : <https://cervenykriz.eu/cz/tz/410.pdf>

KLICNAR, F., ©2018. [online] *Šestý jaderný test KLCDR je dosud největší: Jižní Korea žádá potrestání* [cit. 2019-02-04] Dostupné z : [https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/klcdr-jaderny-test-vodikova-bomba-kim-cong-un-korea.A170903\\_102911\\_zahranicni\\_fka](https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/klcdr-jaderny-test-vodikova-bomba-kim-cong-un-korea.A170903_102911_zahranicni_fka)

KORANDA, P., NAVRÁTIL, L., 2014. *Nukleární medicína*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-4031-6.

KRAFKA, J., 2016. *Vývoj a historie jaderných zbraní a jejich význam v dnešní době*. České Budějovice. Bakalářská práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, Ústav radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva, ved. HAVRÁNKOVÁ, R.

KRÁLOVÁ, M., ©2019. *Termonukleární zbraně*. [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/atomy-castice/jaderna-synteza/termonuklearni-zbrane>

KUNA, P., et al., 2003. Nuclear Terrorism. *Journal of Applied Biomedicine*. 1(2), 55-59, ISSN 1214-0287

KUNA, P., NAVRÁTIL, L., 2005. *Klinická radiobiologie*. Praha: Manus. ISBN 80-865-7109-2

MARGUIRE, R., 2007. The use of weapons: Mass killing and the United Kingdom government's nuclear weapons programme. *Journal of Genocide Research*. 9(3), 389-410. ISSN 1462-3528

MATOUŠEK, J., ÖSTERREICHER, J., LINHART, P., 2007. *CBRN - jaderné zbraně a radiologické materiály*. Ostrava: SPBI. ISBN 978-80-7385-029-6

MIKA, O. et al., 2011. *Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení: Pokusy s jadernými zbraněmi*. Praha: Námořní akademie České republiky. ISBN 978-80-87103-31-9.

MIKHAILOV, V.N., 1999. *Catalog of worldwide nuclear testing*. New York: BEGELL HOUSE. ISBN 978-1567001-310

NAVRÁTIL, L. et al., 2010. In: *Radiobiologie* [online]. [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <http://fbmi.sirdik.org/>

NEKOLA, M., 2017. *Hrátka s pandorinou skříňkou- Největší jaderné pokusy v lidských dějinách*. [online] In: 100+1 zahraničních zajímavostí [cit. 2018-12-7] ISSN 1804-9907. Dostupné z: <https://www.stoplusjednicka.cz/hratky-s-pandorinou-skrinkou-nejvetsi-jaderne-pokusy-v-lidskych-dejinach>

NORRIS, R., S., et al., 1987. *START and Strategic Modernization*. Natural Resources Defense Council. [online]. New York. [cit. 2019-03-08] Dostupné z: [https://fas.org/nuke/cochran/nuc\\_87120101a\\_77.pdf](https://fas.org/nuke/cochran/nuc_87120101a_77.pdf)

PITSCHMANN, V., 2005. *Jaderné zbraně: nejvyšší forma zabíjení*. Praha: NAŠE VOJSKO. ISBN: 80-206-0784-6

*Radiation Effects Research Foundation*, ©2018. [online] The National Academies of Sciences, Engineering and Medicine [cit. 2019-01-28] Washington DC. Dostupné z: <http://dels.nas.edu/global/nrsb/rerf>

SLEZÁKOVÁ, M., 2019. *Jak Kim Čong-un slíboval konec jaderných testů – a jak severokorejská média mlčela*. [cit. 2019-03-28] Dostupné z: [https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/kldr-jizni-severni-korea-summit-jaderne-zbrane-denuklearizace\\_1804250708\\_mls](https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/kldr-jizni-severni-korea-summit-jaderne-zbrane-denuklearizace_1804250708_mls)

SÚJB, ©2016. *Ionizující záření- účinky a zdroje* UNEP: Program OSN pro ochranu životního prostředí. [online] [cit. 2019-01-25] Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb\\_2017-1.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/radiacni-ochrana/dokumenty/Radiation-InsidePart-Czech-Feb_2017-1.pdf)

SÚJB, ©2019. *Stručný přehled biologických účinků záření* [online] [cit. 2019-03-15] Dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickych-ucinku-zareni/>

THORNTON, J.,L., 2017. *The Korean Nuclear Issue: Past, Present, and Future- A Chinese Perspective - Fu Ying*. Strategy paper 3. Washington D.C.: BROOKINGS.

*United States Nuclear Tests- July 1945 through September 1992*, 2015. [online]. U.S. Department of Energy, National Nuclear Security Administration Nevada Field Office [cit. 2018-12-7] DOE Nevada- 209- REV 16. 186 p. Dostupné z: [https://www.nnss.gov/docs/docs\\_LibraryPublications/DOE\\_NV-209\\_Rev16.pdf](https://www.nnss.gov/docs/docs_LibraryPublications/DOE_NV-209_Rev16.pdf)

UNODA, ©2019. *Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBT)*. [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z : <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/ctbt/>

UNSCEAR, 2000a. Annex C: Exposures to the public from man-made sources of radiation. Vol. 1: sources. In: *Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*. New York :UNITED NATIONS. ISBN 92-1-142238-8

UNSCEAR, 2000b. Annex F: DNA repair and mutagenesis. Vol. 2: effects. In: *Sources and effects of ionizing radiation: UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*. New York :UNITED NATIONS. ISBN 92-1-142239-6

UNSCEAR, 2018. *Sources, effects and risks of ionizing radiation: UNSCEAR 2017 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes*. New York: UNITED NATIONS. ISBN: 978-92-1-142322-8

U.S. DEPARTMENT OF STATE, ©2019. *Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water*. [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z : <https://www.state.gov/t/isn/4797.htm>

Vyhláška č. 90/1963 Sb., o zákazu pokusů s jadernými zbraněmi v ovzduší, v kosmickém prostoru a pod vodou, In: Sbíрка zákonů České republiky, ročník 1963, částka 52, s. 336.

WELLERSTEIN, A., ©2019. *NUKEMAP*. [online]. The nuclear secrecy blog [cit. 2019-03-08] Dostupné z: <https://nuclearsecrecy.com/nukemap/>

ZÁŠKODNÝ, P., et al., 2016. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. 3. Praha: CURRICULUM, 2016. ISBN 978-80-87894-12-5.



## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Typy oblaků vznikajících po jaderném výbuchu ve vztahu k zemskému povrchu. ....	10
Obrázek 2: Průřez tlakovou vlnou při jaderném výbuchu .....	12
Obrázek 3: Celosvětové průměrné dávky na jednotlivce způsobené spadem z jaderných testů.....	13
Obrázek 4: Celosvětový vážený součet hustoty uložených radioaktivních částic vzniklých při jaderném testování v atmosféře. ....	14
Obrázek 5: Modelace výbuchu jaderné zbraně umístěné na náměstí Přemysla Otakara II. ....	16
Obrázek 6: Princip štěpné zbraně .....	18
Obrázek 7: Vodíková bomba s tritiem.....	19
Obrázek 8: Radiační dermatitida, Hirošima 1945 .....	34
Obrázek 9: Procentuální zastoupení respondentů dle dosaženého vzdělání.....	44
Obrázek 10: Procentuální zastoupení respondentů v rámci podstoupení branné výchovy nebo vojenské služby .....	45
Obrázek 11: Procentuální zastoupení věkových skupin respondentů v rámci podstoupení branné výchovy nebo vojenské služby .....	46
Zdroj: vlastní výzkum.....	46
Obrázek 12: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 1 .....	47
Obrázek 13: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 1 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	48
Obrázek 14: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 2.....	49
Obrázek 15: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 2 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	50
Obrázek 16: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 3 .....	51
Obrázek 17: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 3 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	52
Obrázek 18: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 4 .....	53
Obrázek 19: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 4 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	54
Obrázek 20: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 5 .....	55

Obrázek 21: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 5 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	56
Obrázek 22: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 6 .....	57
Obrázek 23: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 6 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	58
Obrázek 24: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 7 .....	59
Obrázek 25: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 7 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	60
Obrázek 26: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 8 .....	61
Obrázek 27: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 8 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	62
Obrázek 28: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 9 .....	63
Obrázek 29: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 9 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	64
Obrázek 30: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 10 .....	65
Obrázek 31: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 10 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	66
Obrázek 32: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 11 .....	67
Obrázek 33: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 11 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	68
Obrázek 34: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 12 .....	69
Obrázek 35: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 12 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	70
Obrázek 36: Celkové procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 13 .....	71
Obrázek 37: Procentuální zastoupení správných a špatných odpovědí na otázku č. 13 v závislosti na věkové skupině respondentů .....	72
Obrázek 38: Empirické rozdělení absolutních četností – věkové skupiny mladší 40 let .....	76
Obrázek 39: Empirické rozdělení relativních četností – věkové skupiny mladší 40 let .....	76
Obrázek 40: Empirické rozdělení kumulativních četností – věkové skupiny mladší 40 let .....	77
Obrázek 41: Empirické rozdělení absolutních četností – věkové skupiny starší 40 let .....	80

Obrázek 42: Empirické rozdělení relativních četností – věkové skupiny starší 40 let ...	80
Obrázek 43: Empirické rozdělení kumulativních četností – věkové skupiny starší 40 let .....	81
Obrázek 44: Procentuální úspěšnost respondentů v jednotlivých otázkách .....	89

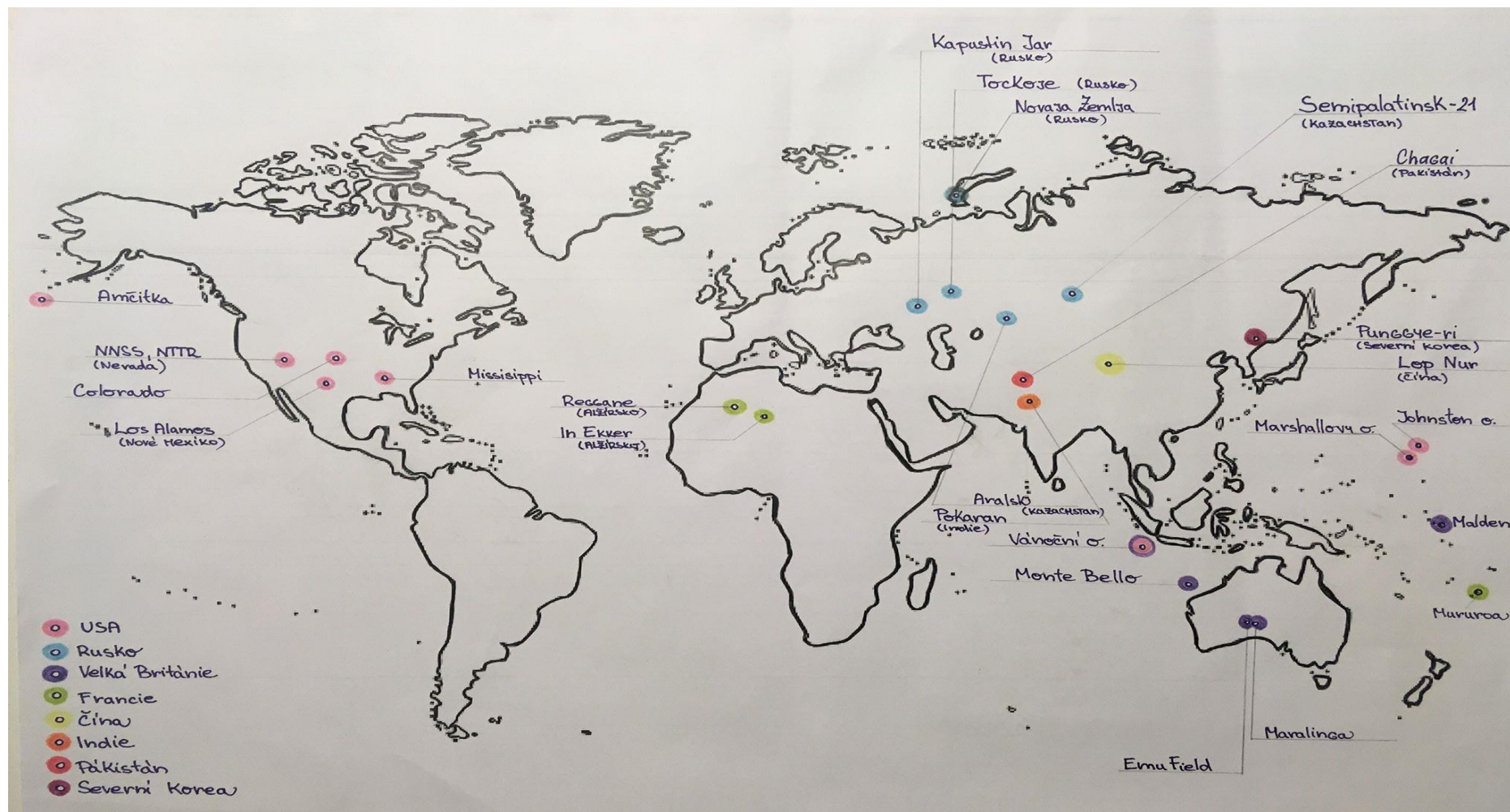
## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Procentuální podíl energie v závislosti na druhu jaderné zbraně .....	11
Tabulka 2: Rozdělení jaderných zbraní na základě mohutnosti. ....	17
Tabulka 3: Projev účinků tepelného záření na kůži dle stupně popálení.....	30
Tabulka 4: Účinky ionizujícího záření na člověka .....	31
Tabulka 5: Formy ANO a jejich projevy v jednotlivých časových fázích .....	33
Tabulka 6: Počet respondentů dle procentuálního zastoupení správných odpovědí .....	73
Tabulka 7: Škálování výsledků šetření – věkové skupiny mladší 40 let .....	74
Tabulka 8: Výsledky měření – věkové skupiny mladší 40 let .....	75
Tabulka 9: Vypočítané empirické parametry – věkové skupiny mladší 40 let.....	77
Tabulka 10: Škálování výsledků šetření – věkové skupiny starší 40 let .....	78
Tabulka 11: Výsledky měření – věkové skupiny starší 40 let .....	79
Tabulka 12: Vypočítané empirické parametry – věkové skupiny starší 40 let.....	81
Tabulka 13: Empirické parametry výběrových souborů pro parametrické testování.....	82

## **10 SEZNAM PŘÍLOH**

PŘÍLOHA A- MAPA MÍST TESTOVÁNÍ .....	102
PŘÍLOHA B- DOTAZNÍK .....	103

## PŘÍLOHA A- MAPA MÍST TESTOVÁNÍ



Zdroj: vlastní

## **PŘÍLOHA B- DOTAZNÍK**

### **JADERNÉ TESTY A JEJICH VLIV NA ZDRAVÍ ČLOVĚKA**

Vážení respondenti,

jmenuji se Michaela Macurová a jsem studentkou 3. ročníku bakalářského studia na Zdravotně sociální fakultě Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, obor Ochrana obyvatelstva se zaměřením na chemické, biologické, radiologické a nukleární výbušniny a noxy.

Budu ráda, pokud věnujete pár minut následujícím otázkám, které jsou zcela anonymní a dobrovolné. Sloužit budou ke statistickému zpracování, jako výzkumná část mé bakalářské práce. Tento dotazník je určen pouze obyvatelům Jihočeského kraje. Vždy je správná jedna odpověď.

Předem Vám děkuji za zodpovězení otázek.

#### ***Věk:***

- a) mladší 40 let
- b) starší 40 let

#### ***Pohlaví:***

- a) muž
- b) žena

#### ***Dosažené vzdělání:***

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

***Podstoupili jste v minulosti brannou výchovu nebo vojenskou službu:***

- a) ano
- b) ne

***1) V jakém roce započalo testování jaderných zbraní?***

- a) 1938
- b) 1939
- c) 1945
- d) 1946

***2) Jakým krycím názvem byl označen zcela první jaderný test na světě?***

- a) Fat Man
- b) Trinity
- c) Enola Gay
- d) Little Boy

***3) Která z následujících jaderných velmocí uskutečnila první jaderný test?***

- a) Spojené státy americké
- b) Svaz sovětských socialistických republik
- c) Německo
- d) Francie

***4) Kde se odehrálo druhé válečné použití jaderných zbraní?***

- a) Hirošima
- b) Semipalatinsk



- c) Nagasaki
- d) Los Alamos

**5) *Jaké účinky nastávají během jaderného výbuchu?***

- a) tlaková vlna, rázová vlna, ionizující záření, světelné a tepelné záření, elektromagnetický impulz a kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- b) tlaková vlna, radiace, kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- c) rázová vlna, ionizující záření, elektromagnetický impulz, kontaminace (indukovaná radioaktivita)
- d) tlaková vlna, rázová vlna, radiace, kontaminace (indukovaná radioaktivita)

**6) *Jaké účinky má tepelné záření na přítomné osoby při jaderném výbuchu?***

- a) v epicentru výbuchu způsobí sublimaci (vypaření) přítomných osob
- b) k sublimaci přítomných osob dochází až ve vzdálenějších místech od epicentra
- c) tepelné záření nevykazuje žádné účinky na přítomné osoby
- d) dochází k popáleninám kůže 1. stupně

**7) *Jaké účinky má tlaková vlna na přítomné osoby při jaderném výbuchu?***

- a) způsobuje zvýšení krevního tlaku
- b) způsobuje rupturu ušních bubínků, pneumotorax plic či smrt přítomných osob
- c) dochází k popálení dýchacích cest
- d) vytváří se podtlak v plicních sklípcích

**8) *Co způsobuje ionizující záření v lidském těle?***

- a) rychlejší vylučování iontů z krve

- b) napomáhá k syntéze bílkovin
- c) zvyšuje odolnost DNA
- d) zánik buněk nebo jejich poškození

**9) Jaké ničivé účinky vyvolá elektromagnetický impulz během jaderného výbuchu?**

- a) narušení funkčnosti štítné žlázy
- b) zničení nechráněných elektrických a elektronických zařízení
- c) žádné
- d) narušení přenosu vzruchu v buňkách mozku

**10) Jaký ničivý účinek má radioaktivní spad z jaderného výbuchu?**

- a) dochází ke kontaminaci životního prostředí, ale nedochází k dalšímu ozáření osob
- b) dochází pouze k znečištění ovzduší
- c) dochází k rozsáhlé kontaminaci životního prostředí, a v důsledku toho dochází k ozáření osob
- d) žádný

**11) K rozvoji jakých komplikací či nemocí dochází u člověka, který byl ozářen ionizujícím zářením v důsledku testování jaderné zbraně ?**

- a) akutní nemoc z ozáření a radiační dermatitida
- b) termické popáleniny
- c) ruptura ušních bubínků
- d) narušení přenosu informací v mozku

**12) Jaká organizace či úřad byly založeny v roce 1955 jako reakce na obavy z radiační expozice lidí?**

- a) Státní úřad pro jadernou bezpečnost (SÚJB)

- b) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)
- c) Evropské společenství pro atomovou energii (EUROATOM)
- d) International Agency for Research on Cancer (IARC)

***13) Která jaderná velmoc provedla poslední jaderný test?***

- a) Severní Korea
- b) Pákistán
- c) Čína
- d) Indie

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ABCC	Atomic Bomb Casulty Commission
ABM	Anti-Ballistic Missile Treaty
ANO	Akutní nemoc z ozáření
DNA	deoxyribonukleová kyselina
GIT	gastrointestinální
INF	Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty
KLDR	Korejská lidově demokratická republika
NNSS	Nevada National Security site
NTTR	Nevada Test and Training range
OSN	Organizace spojených národů
SALT I	Strategic Arms Limitation Talks
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
START I	Strategic Arms Reduction Treaty
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
TNT	trinitrotoluen
UK	Velká Británie
UNSCEAR	United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
USA	Spojené státy americké