



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zdravotně sociální fakulta
Ústav radiologie, toxikologie a ochrany obyvatelstva

Bakalářská práce

Vývoj a historie jaderných zbraní a jejich význam v dnešní době

Vypracoval: Jiří Krafka
Vedoucí práce: Mgr. Renata Havránková, Ph.D.

České Budějovice 2016

Abstrakt

Pojem atom fascinoval filozofy již ve starém Řecku. Od té doby se o atom čím dál více zajímali vědci ze všech koutů světa, kteří zkoumali jeho strukturu, vlastnosti a využitelnost, atom se stal také základním prvkem pro sestavení jaderné zbraně. Tu se za druhé světové války pokoušelo sestavit mnoho států z celého světa. V roce 1945 se podařilo jí sestavit Spojeným státům. Ty je použily proti civilnímu obyvatelstvu, a to hned dvakrát. Byly shozeny na japonská města Hirošima a Nagasaki. Od roku 1945 bylo provedeno více než 2 000 jaderných testů. A proto vznikly mezinárodní smlouvy, které upravují testování a používání jaderných zbraní.

V teoretické části bakalářské práce na téma „Vývoj a historie jaderných zbraní a jejich význam v dnešní době“ se zabývám nejprve atomem, jeho historií, dále radioaktivitou. Další část bakalářské práce je věnována vývoji jaderných zbraní v různých zemích, které se snažily sestavit jadernou zbraň za války. Poté jsem popsal válečné použití jaderných zbraní proti civilnímu obyvatelstvu v Japonsku ve městech Hirošima a Nagasaki, což vedlo k ukončení druhé světové války. Dále následuje část bakalářské práce, která je věnována vývoji jaderných zbraní od poválečného období až do současnosti. Ihned po válce započal „závod“ v jaderném zbrojení. „Závodu“ jaderného zbrojení se účastnily světové mocnosti, které chtěly udržet svůj vliv ve světě a demonstrovat svou sílu. Popsal jsem použití jaderných zbraní mocnostmi, které zkoušely jejich možné použití a účinnost. Následně jsem rozebral mezinárodní smlouvy, které omezují používání jaderných zbraní a jaderné zbrojení.

Cílem bakalářské práce bylo zhodnotit možnosti použití jaderných zbraní případně jaderné války, ověřit a porovnat znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva o jaderných zbraních a jejich účincích v bakalářském a navazujícím magisterském studiu.

V rámci práce byly stanoveny hypotézy: „Znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení“ a „Znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia“.

K dosažení vymezených cílů bylo nutné analyzovat literární prameny a další zdroje. Dále bylo nezbytné vytvořit dotazník, a provést dotazníkové šetření. Výzkumný soubor představovalo 126 studentů bakalářského studijního programu a 50 studentů magisterského studijního programu. Dotazník, který byl předložen studentům, obsahoval 14 otázek. Dotazník byl zaměřen na zjištění znalostí v oblasti jaderných zbraní a na základě výsledků jsem porovnával znalosti studentů mezi bakalářským a magisterským studijním programem. Studenti navazujícího studijního programu oboru Ochrana obyvatelstva prokázali lepší znalosti ve zkoumané problematice než studenti bakalářského studijního programu. Avšak studenti v některých otázkách projeví nedostatečnou znalost. Zejména u druhé otázky, protože pouze 33 % dotazovaných respondentů vědělo, jak se v Německu nazýval jaderný program. Další problémová otázka je třináctá, a to proto, že 53 % studentů ví, že nejvíce jaderných testů provedly Spojené státy a 47 % studentů se domnívalo, že jich nejvíce provedl Sovětský svaz. U čtvrté otázky správně zodpovědělo 55 % studentů. Otázka zněla „Jak se nazývala první jaderná bomba“. Také u šesté otázky pouze 55 % studentů dovede odpovědět, kdy byla tato bomba otestována. Naopak studenti prokázali největší znalost u sedmé a osmé otázky. U sedmé otázky 96 % studentů zná, že po výbuchu jaderné bomby se vytvoří atomový hřib. U osmé otázky 100 % studentů ví, že jaderné bomby byly svrženy na japonská města Hirošima a Nagasaki. Získaná data z dotazníků byla statisticky zpracována. Následně byly potvrzeny zvolené hypotézy, znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení a znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia.

Přínosem práce je získaný obraz znalostí studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva o jaderných zbraních a jejich účincích v bakalářském a navazujícím magisterském studiu. Výstupy práce budou sloužit jako výukový text pro studenty studijního programu Ochrana obyvatelstva v bakalářském i navazujícím magisterském studiu.

Klíčová slova: jaderné zbraně, ochrana obyvatelstva, jaderné zbrojení, znalosti studentů, bakalářské a navazující magisterské studium

Abstract

The term atom has fascinated the philosophers since Ancient Greece. Since this period the scientists from the whole world have been more and more interested in the atom. They have researched its structure, properties and applicability. The atom has also become the basic element for constructing nuclear weapons. Many states all over the world tried to construct these weapons during the Second World War. In 1945 the United States of America managed to design ones. The Americans used them against the civil inhabitants twice. The weapons were dropped over the Japanese cities of Hiroshima and Nagasaki. Since the year 1945 more than 2 000 nuclear tests have been taken. That is why international contracts which adjust the testing and use of nuclear weapons have emerged.

In the theoretical part of my bachelor's thesis on the topic "The development and history of nuclear weapons and their significance for today's world" I deal with the atom, its history and radioactivity. The next part of the bachelor's thesis is dedicated to the development of nuclear weapons in various countries which tried to design a nuclear weapon during the war. Afterwards I described the war use of nuclear weapons against the civil inhabitants in two Japanese cities, Hiroshima and Nagasaki, which lead to the end of the Second World War. Then there is a part of the thesis which pays attention to the development of nuclear weapons from the post-war era up to the present. Immediately after the war the "nuclear arms race" started. The world powers which wanted to keep their influence in the world and demonstrate their power took part in it. I also described the use of nuclear weapons by these world powers which tried possible application and effectiveness of these weapons. Subsequently I analysed international contracts which limit the use of nuclear weapons and nuclear armament.

The aim of the bachelor's thesis was to evaluate possible use of nuclear weapons, alternatively a nuclear war, and to verify and compare students' knowledge of nuclear weapons and their effects. These students involved in the research were the ones studying the programme Population Protection in the bachelor's as well as in the master's study. Within the thesis the following hypotheses were stated: "The knowledge of students of the study programme Population Protection has normal distribution" and

“The knowledge of students of master’s study will be statistically more prominent than of the ones studying the bachelor’s study.

To reach defined aims it was necessary to analyse literary and other sources. Next, it was indispensable to create a questionnaire and perform a questionnaire survey. The research ensemble comprised 126 students of the bachelor’s study programme and 50 students of the master’s study programme. The questionnaire which was presented to these students consisted of 14 questions. It was aimed at finding out the knowledge in the sphere of nuclear weapons and on the basis of the results I compared the knowledge of the students of the bachelor’s study programme and the master’s one. The students of the programme Population Protection in the master’s study proved better knowledge of examined issues than the students of the bachelor’s study. However, the students showed unsatisfactory knowledge in some of the questions. Especially in the second one, only 33 % of the respondents knew what the name of nuclear programme in Germany was. The next problematic question was the one number 13, in view of the fact that 53 % of the students know that the most nuclear tests were performed by the United States and 47 % of the students thought that it was the Soviet Union which carried out the most tests. The question number 4 was correctly answered by 55 % of the students. The question was: “What was the name of the first nuclear bomb?”. The sixth question concerning the year of testing this first bomb was also correctly answered by only 55 % of the students. On the other hand, the students proved the best knowledge when responding to the seventh and eighth question. When answering the question number 7, 96 % of the students know that after the explosion of a nuclear bomb a mushrooms cloud is formed. The eighth question proved that 100 % of the students know that nuclear bombs were dropped over the Japanese cities of Hiroshima and Nagasaki. The gained data from the questionnaires were statistically processed. Subsequently, the given hypotheses were confirmed, the knowledge of students of the study programme Population Protection has normal distribution and the knowledge of students of master’s study will be statistically more prominent than of the ones studying the bachelor’s study.

The benefit of the thesis is an obtained picture of knowledge of nuclear weapons and their effects of the students of the study programme Population Protection in the bachelor's as well as in the master's study. The output of the work will be served as a study text for the students of the study programme Population Protection in the bachelor's and master's study.

Key words: nuclear weapons, population protection, nuclear armament, students' knowledge, bachelor's and master's study

Prohlášení

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

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

V Českých Budějovicích dne 3. 5. 2016

.....

Jiří Kraška

Poděkování

Velice rád bych zde poděkoval paní Mgr. Renatě Havránkové, Ph.D. za veškerou pomoc při zpracování mé bakalářské práce.

Obsah

1	Teoretická část	14
1.1	Druhy a principy jaderných zbraní	15
1.1.1	Štěpné zbraně	15
1.1.2	Termojaderné zbraně	18
1.1.3	Třífázová jaderná nálož	20
1.2	Vývoj jaderných zbraní během druhé světové války	21
1.2.1	Vývoj jaderných zbraní v Německu	21
1.2.2	Vývoj jaderných zbraní v Japonsku	22
1.2.3	Vývoj jaderných zbraní ve Velké Británii	23
1.2.4	Vývoj jaderných zbraní v USA	23
1.2.5	Jaderný program v SSSR	25
1.3	Bombardování Japonských měst	25
1.3.1	Přípravy na svržení atomových bomb	25
1.3.2	Následky výbuchu jaderných bomb	26
1.4	Vývoj jaderných zbraní po válce	27
1.4.1	Poválečný program v USA	28
1.4.2	Poválečný program v SSSR	29
1.4.3	Poválečný program ve Velké Británii	31
1.5	Poválečný program ve Francii	33
1.6	Poválečný program v Číně	34
1.7	Státy vlastníci jaderné zbraně	35
1.8	Kontrola jaderného zbrojení	36
1.8.1	Smlouva o nešíření jaderných zbraní	37
1.8.2	Smlouvy SALT	38
1.8.3	Smlouvy START	39
2	Cíle práce a hypotézy	40
3	Metodika	41
3.1	Metody deskriptivní statistiky	42
3.2	Metody matematické statistiky	43
3.2.1	Neparametrické testování hypotéz	43
3.2.2	Parametrické testování hypotéz	44
4	Výsledky	45
4.1	Výsledky dotazníkového šetření	45
4.2	Statistické zpracování výsledků dotazníkového šetření	68
4.2.1	Statistické zpracování výsledků studentů bakalářského studia	68
4.2.2	Statistické zpracování výsledků studentů navazujícího magisterského studia ..	75
4.2.3	Porovnání znalostí studentů bakalářského a navazujícího magisterského studia	83
5	Diskuze	85
6	Závěr	90
7	Seznam použité literatury	92
8	Seznam obrázků	95
9	Seznam tabulek	96

10 Přílohy	97
-------------------------	-----------

Seznam použitých zkratek

MAUD	Military Application of Uranium Detonation (vojenské použití uranového výbuchu)
TNT	trinitrotoluen
MIRV	Multiple independently targetable reentry vehicle
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
ICBM	Intercontinental ballistic missile (Mezikontinentální balistická střela)
SLBM	Submarine-launched ballistic missile
SALT I a SALT II	Strategic Arms Limitation Talks – Smlouvy o omezení strategických jaderných zbraní
START I a START II	Strategic Arms Reduction Treaty – smlouvy o redukci jaderných strategických zbraní

Úvod

Na vývoj první jaderné zbraně bylo vynaloženo mnoho prostředků a touha vynalézt jí stále rostla. Ve vývoji jaderných zbraní vznikl jakýsi „závod“ mezi světovými mocnostmi během druhé světové války. Státy chtěly vynalézt jadernou zbraň, a tím dosáhnout nadvlády nad ostatními státy a vyhrát druhou světovou válku.

Jak všichni víme, tak jadernou zbraň jako první sestrojily Spojené státy, jaderné zbraně byly vzápětí také použity ve druhé světové válce proti civilnímu obyvatelstvu. Což bylo naštěstí jediné použití jaderných zbraní na civilním obyvatelstvu v historii lidstva, ale po válce probíhalo mnoho jaderných pokusů. Ty probíhaly hlavně během studené války. Pomocí nich a jaderným zbrojením státy demonstrovaly svou sílu.

I přes pokusy o kontrolu jaderného zbrojení, skrze smlouvu o nešíření jaderných zbraní, smlouvy START a SALT si myslím, že riziko použití jaderných zbraní je i v dnešní době veliké. Bohužel se stalo mnoho případů, kdy se mezinárodní dohody stále porušují a nedodržují, takže nemáme jistotu, že se jaderné zbraně nemohou stát nástrojem pro použití násilí v budoucnu. Jaderné zbraně vlastní i nedemokratické státy, ve kterých převládá komunismus a autoritářský režim, nebo je u nich vládní nestabilita. A samozřejmě existuje i určité riziko, že se jaderné zbraně zmocní nějaká teroristická skupina a použije je k teroristickým činům. Jelikož jaderné zbraně patří ke zbraním hromadného ničení, tak jejich použití by mělo tragické následky, proto se domnívám, že jedno použití jaderné zbraně proti civilnímu obyvatelstvu by zapříčinilo sérii dalších incidentů a mohlo by to vyústit až v jadernou válku, jejíž následky by byly katastrofální.

Svou bakalářskou práci na téma „Vývoj a historie jaderných zbraní a jejich význam v dnešní době“ jsem si vybral proto, že toto téma je velice zajímavé a v dnešní době aktuální. Získanými poznatky a materiály bych rád informoval čtenáře a doufám, že bude použita jako studijní materiál.

Cílem předložené bakalářské práce bylo:

- 1) Zhodnotit možnosti použití jaderných zbraní, případně jaderné války.
- 2) Ověřit a porovnat znalosti studentů studijního programu Ochrany obyvatelstva o jaderných zbraních a jejich účincích v bakalářském a navazujícím magisterském studiu.

V úvodní části této práce se zabývám druhy a principy jaderných zbraní. Prvním typem jaderné zbraně jsou štěpné zbraně, u kterých je základním principem štěpná neboli řetězová reakce těžkých atomových jader. Druhým typem jsou termojaderné (vodíkové) zbraně, které jsou založeny na jaderné syntéze. Dalším typem jsou třífázové jaderné nálože, jak už z jejich názvu vyplývá, v náloži probíhají tři fáze: štěpení v roznětce, termojaderná reakce a následné štěpení. Další část práce se zaměřuje na vývoj jaderných zbraní během druhé světové války. Bombardování japonských měst Hirošima a Nagasaki je věnována samostatná kapitola z důvodu významnosti této události v kontextu vývoje jaderných zbraní. Následující část je věnována vývoji jaderných zbraní v poválečných programech USA, SSSR, Velké Británie, Francie a Číny.

V posledních kapitolách teoretické části jsou vyjmenovány státy oficiálně vlastníci jaderné zbraně a státy podezřelé z jejich držení. A dále jsou popsány dokumenty stahující se ke kontrole jaderného zbrojení.

Výzkum byl proveden pomocí dotazníků, které byly rozdány posluchačům studijního programu Ochrana obyvatelstva, které byly následně zpracovány a vyhodnoceny. Vyhodnocení stanovených hypotéz bylo testováno prostřednictvím metod deskriptivní a matematické statistiky.

1 Teoretická část

Již ve starém Řecku se pojem atom objevoval. Leukippos a Démokritos byli přírodní filozofové, kteří přišli s atomistickou teorií. Démokritos se domníval, že hmota je tvořena mnoha nepatrnými tělísky, které nejsme schopni našimi smysly vnímat. Předpokládal, že se tyto tělíska nedají dělit a nazval je atomy. Atom pochází z řeckého slova *atomos*, což znamená nedělitelný. Ovšem toto bylo mylné tvrzení, ale na tuto dobu to bylo zcela převratné. (1, 3, 4)

Na počátku 19. století přišel John Dalton s hlavními principy atomové teorie. Tyto principy se staly základem pro moderní fyziku a chemii. Inspiroval se Isaacem Newtonem a tvrdil, že všechny látky se skládají z atomů, jsou k sobě vázány přitažlivými silami, atomy stejného prvku jsou zcela totožné, od jiných atomů se odlišují hmotností a velikostí. (1, 3, 4)

Na konci 19. století Thomson vyvrátil teorii o nedělitelných atomech. Bylo to proto, že objevil elektron. Tento objev zapříčinil vznik Thomsonova (puďinkového) modelu atomu. Thomsonův model na počátku 20. století překonal Rutherford. Přišel s planetárním modelem atomu, u kterého kolem jádra obíhají elektrony, jako je tomu u planet, které obíhají Slunce. Posléze přišel Bohr s Bohrovým modelem atomu. (1, 3, 4)

Dále následoval důležitý krok, který vedl k sestrojení jaderných zbraní, a tím je objevení radioaktivity neboli radioaktivní přeměny, což je jev, při kterém dochází k samovolné vnitřní přeměně složení, nebo energetického stavu atomových jader. Radioaktivitu objevil v roce 1896 Henri Becquerel u solí uranu. K objasnění podstaty radioaktivity zásadním způsobem přispěli francouzští fyzikové Pierre Curie a Marie Curie Sklodowska. (1, 3, 4, 10)

Radioaktivita se rozděluje na přirozenou a umělou. Přirozená radioaktivita je důsledkem samovolné přeměny atomového jádra. V přírodě se vyskytuje poměrně velké množství radioaktivních látek. Včetně tkání živých organismů. (1, 3, 4, 10)

1.1 Druhy a principy jaderných zbraní

Princip jaderných zbraní je založen na uvolnění energie z atomového jádra. Pro lepší představu, při rozštěpení jader 1 kilogramu uranu se uvolní taková energie, která se uvolní při spálení 3 000 tun uhlí. Teoreticky by se dalo štěpit jádro jakéhokoliv prvku, ale pro získání jaderné energie jsou prakticky významné jen izotopy některých těžkých prvků. Zejména to jsou dva izotopy uranu, což je ^{235}U a ^{233}U a izotop plutonia ^{239}Pu . Tyto radionuklidy jsou základním materiálem pro jadernou bombu. (2, 3, 4, 5)

V jaderné bombě probíhá štěpná reakce, což je fyzikální princip nejstaršího druhu jaderné zbraně, která se nazývala jako „atomová puma“. U novějšího typu jaderných zbraní je štěpná reakce iniciátorem jaderné syntézy, která se projevuje daleko větším množstvím uvolněné energie. Jedná se o typ jaderné zbraně, který se označoval jako vodíková puma, ale dnes se označuje jako termojaderná zbraň.

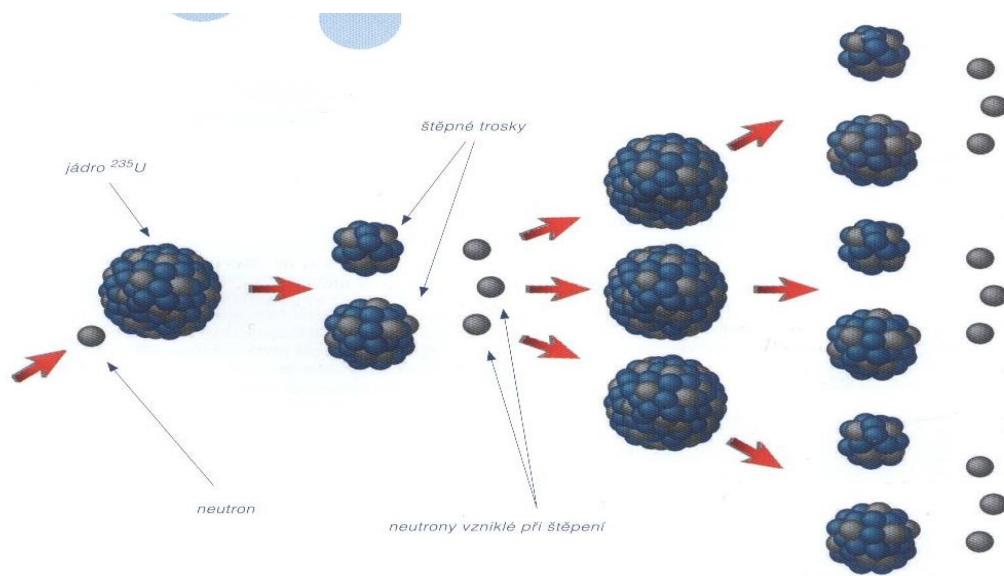
Dále se vyvíjely jaderné zbraně, které mají vyšší efekt, jako u tzv. třífázové nálože, ale upravovaly se ničivé faktory. Také se začaly vyvíjet i miniaturní jaderné nálože, které se řadí do taktických jaderných zbraní. Tyto zbraně jsou velice nebezpečné, a to zejména proto, že nejsou dostatečným způsobem zabezpečeny proti zneužití či náhodnému použití. Tudíž existence těchto miniaturních jaderných náloží zvyšuje možnost jaderné války a zároveň hrozí jaderný terorismus.

Jak už bylo řečeno, jsou dva zásadní principy jaderných zbraní. U štěpných zbraní je základní princip jaderné štěpení. Zatímco u termojaderných (vodíkových) zbraní je základní princip jaderná syntéza. (2, 3, 4, 5, 9)

1.1.1 Štěpné zbraně

Princip klasické jaderné bomby je štěpná neboli řetězová reakce těžkých atomových jader. Tato reakce probíhá tak, že ostřelováním jádra radionuklidu uranu ^{235}U primárním neutronem vnikne tato částice do nestabilního jádra, a to se rozpadne na dvě stejná jádra. Z jádra se uvolní 1 až 3 sekundární neutrony. Pokud máme dostatek čistého

^{235}U , tak každý sekundární neutron vyvolává štěpení dalších jader. Toto štěpení je provázeno velkým množstvím energie. Štěpná reakce je znázorněna na obrázku 1.



Obrázek 1: Štěpná reakce (5)

Neutrony, emitované při štěpení mají velkou rychlost asi $2 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Náraz neutronu do dalšího radionuklidu trvá méně než miliontinu sekundy (10^{-8} s). Pokud máme k dispozici více než jeden neutron, tak jejich počet narůstá exponenciálně, totéž platí i pro uvolněnou energii. Ve skutečném uspořádání štěpné nálože může být 56 generací štěpení. To znásobí počet neutronů tak, že dojde k $3,2 \cdot 10^{24}$ štěpení. Úhrnná uvolněná okamžitá energie na jedno štěpení je 29 pJ. Pokud proběhne k štěpení všech 56 generací, úhrnná uvolněná okamžitá energie bude 92 TJ, což odpovídá síle 22 kiloton TNT (trinitrotoluen). Celý tento proces proběhne v kratším čase než je jedna mikrosekunda. Z toho vyplývá, že průběh štěpné reakce je ovlivňován množstvím použitého materiálu, ale i jeho tvarem. Při malém množství štěpného materiálu je produkce neutronů nízká, i když tvar materiálu je kulovitý, což je nejvhodnější tvar materiálu. (2, 3, 4, 5, 7, 9)

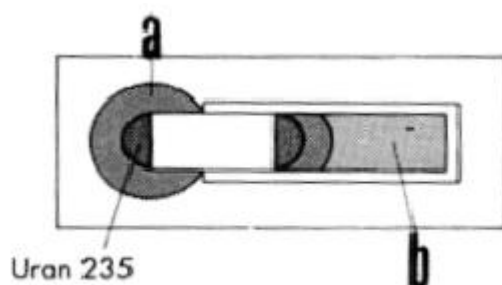
Pokud je štěpný materiál v tenké vrstvě, tak nedojde k rozvinutí řetězové reakce, protože většina sekundárních neutronů vylétne do okolí.

Pokud je množství štěpného materiálu větší, než je střední volná dráha neutronů rozvíjí se štěpná reakce lavinovitě a označuje se jako kritické množství. Kritické množství štěpného materiálu limituje výbušnou sílu u štěpných zbraní, což je maximálně 500 kilotun TNT.

Při štěpení jader 1 kilogramu ^{235}U se uvolní okolo $9 \cdot 10^{13}$ J energie. Plutonium ^{239}Pu se rozpadá obdobně jako ^{235}U , přičemž se uvolňují 2 až 3 i více neutronů.

Velikost kritického množství se může určovat dle koncentrace příslušného radionuklidu, a také dle konstrukčního uspořádání. Jak jsem uvedl výše, nejvhodnější je kulovitý tvar. Ale pokud do nálože umístíme i odrazeč (nazývaný jako zrcadlo), můžeme bilanci ještě zlepšit. Stanovit kritické množství je základní problém, co se týče konstrukce jaderné výbušné nálože, protože v tomto množství proběhne štěpná reakce lavinovitě explozivním způsobem. Toto množství je nutné v bombě rozdělit na dvě či více podkritické množství a zajistit jejich spojení se na nadkritické přímo v okamžiku výbuchu. Aby se toho docílilo, je využita energie tlakové vlny, která je vyvolána výbuchem klasické výbušniny.

U jaderné bomby Little Boy byla jaderná nálož vytvarovaná kulovitě, obsahovala ^{235}U a rozdělena na dvě podkritické části. Ta menší část byla do okamžiku exploze uložena vzdáleně a momentě výbuchu byla vstřelena jako projektil na své místo. Tento konstrukční typ je charakteristický pro uranové pumy. Označuje se jako „kanonový typ“, je znázorněn na obrázku 2. (2, 3, 4, 5, 11, 13)

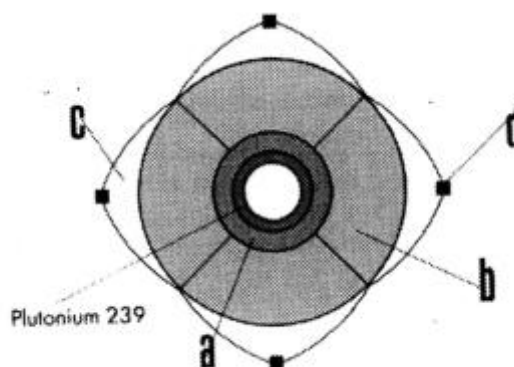


Obrázek 2: Kanonový typ konstrukce (2)

a – odrazeč neutronů, b – konvenční výbušná nálož

U jaderné pumy Fat Man byl použit implozní typ konstrukčního uspořádání, který odpovídal prvnímu pokusnému výbuchu jaderné pumy Trinity. Jaderná nálož byla vytvarovaná do duté koule s podkritickou hustotou. Obsahovala ^{239}Pu . V centru střední dutiny byl umístěn startovní neutronový zdroj. Plutonium bylo obklopeno trhavinou a při odpálení došlo k stlačení plutonia nadkritickou hustotou.

Implozní typ je vhodný pro pumy s plutoniem, ale i pro pumy s uranem. Zatímco kanonový typ je vhodný pouze pro pumy s uranem. Implozní typ je znázorněn na obrázku 3. (2, 3, 5, 11, 13)



Obrázek 3: Implozní typ konstrukce jaderné nálože (2)

a – odražeč neutronů, b - konvenční výbušná nálož,

c – ovladače výbušného systému, d – roznětky

1.1.2 Termojaderné zbraně

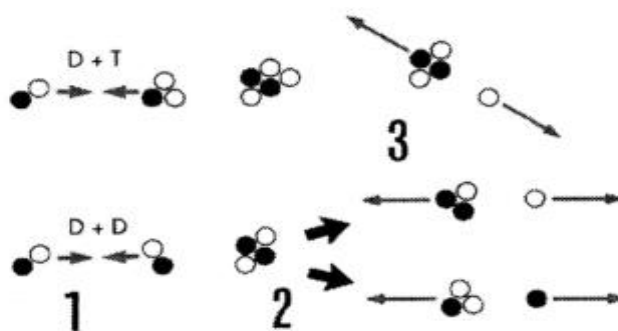
Termojaderné zbraně jsou nazývané i jako vodíkové nebo fúzní zbraně. energii uvolňují opačně než štěpné zbraně. V podstatě těžší jádra vznikají z lehčích. Vodík je jediný prvek, který byl doposud používán pro tuto syntézu.

Existují pouze čtyři typy fúzních reakcí mezi těžšími izotopy vodíku, což je deuterium (^2D) a tritium (^3T). Tři z těchto reakcí jsou doprovázeny emisí neutronů, viz tabulka 1.

Tabulka 1: Fúzní reakce (2)

Reakce	Uvolněná energie (pJ)
1) ${}^2\text{D} + {}^2\text{D} = {}^3\text{He} + {}^1\text{n}$	0,15
2) ${}^2\text{D} + {}^2\text{D} = {}^3\text{T} + {}^1\text{H}$	0,64
3) ${}^3\text{T} + {}^2\text{D} = {}^4\text{He} + {}^1\text{n}$	2,82
4) ${}^3\text{T} + {}^3\text{T} = {}^4\text{He} + {}^1\text{n} + {}^1\text{n}$	1,81

U štěpné reakce stačí pouze jeden neutron, který je schopen nastartovat řetězovou reakci, ale u vodíkových zbraní jaderná syntéza nemůže začít, pokud jádra nemají dostatečnou energii, která je nutná k překonání odpuzivých sil, které mezi sebou mají. Jaderná syntéza je znázorněna na obrázku 4. U termojaderných zbraní potřebnou energii zajistíme zvýšením teploty reagujícího materiálu. Podle toho se reakce nazývá „termojaderná. (2, 3, 5, 11, 14)

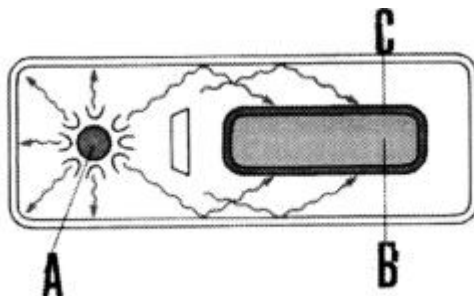


Obrázek 4: Princip jaderné syntézy (2)

1 – fúze lehkých jader, 2 – vznik labilních jader, 3 – uvolnění energie

Nejsnadněji využitelná reakce je reakce deuteria a tritia, což je reakce číslo 3 v tabulce 1. Pro tuto reakci je třeba vyvinout teplotu přibližně 100 milionů stupňů Kelvina. Toho lze dosáhnout při jaderném štěpení. A proto je každá termojaderná zbraň založena na dvoufázovém principu, což je jaderné štěpení a jaderná syntéza. Tedy každá

termojaderná zbraň obsahuje štěpnou nálož a syntetickou nálož. Štěpná nálož slouží jako roznětka, která teplem přivede k reakci syntetickou nálož. Tento princip je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5: Konstrukční princip termojaderné nálože (2).

A – štěpná nálož jako roznětka, B – termojaderná nálož, C – plášť nálože

Teoreticky fúzní proces není limitován kritickým množstvím, tudíž není nijak omezena celková energie, která je uvolněná při výbuchu termojaderné nálože. Avšak v praxi nelze použít neomezené množství směsi, protože pak by byla část směsi jen rozptýlená do okolí a nijak by nereagovala. U termojaderné zbraně nám nepomůže ani použití odražeče, jako je tomu u štěpných zbraní. Problém je hlavně v dodání dostatečné energie velkému objemu syntetické směsi k nastartování fúzní reakce. Energie by musela být dodána rychlostí světla. Tento problém byl vyřešen tím, že větší část směsi je emitována paprsky X. Tím celý objem fúzní směsi obdrží současně energii, která je potřebná k nastartování reakce. Díky tomuto způsobu je možné dosáhnout vysokou výbušnou sílu.

Největší termojaderná zbraň byla vyzkoušena v roce 1961 v Sovětském svazu, v prostoru Novaja Zemlja. Její ničivá síla byla 60 megatun TNT.(5, 11, 13, 15)

1.1.3 Třífázová jaderná nálož

Třífázová jaderná nálož je další významný typ jaderných zbraní. Nazývá se tak proto, že v náloži probíhají tři fáze: štěpení v roznětce, termojaderná reakce, následně

štěpení. Při třetí fázi se tvoří radioaktivní materiál, ale ve větším množství, než ve fázi první.

Třífázová jaderná nálož je výhodná, protože obsahuje stejné množství fúzního materiálu jako termojaderná nálož, ale má podstatně vyšší účinek.

Termojaderná nálož uvolňuje pouze malé množství radioaktivního materiálu, zatímco třífázová jaderná nálož uvolňuje o dost vyšší množství radioaktivního materiálu i oproti štěpné náloži. Třífázová jaderná nálož je považována za velmi „špinavou“.

Pak také máme další typy jaderných zbraní, které jsou modifikované. Patří mezi ně: štěpná nálož se zvýšeným účinkem, štěpná nálož se zvýšenou radioaktivní kontaminací (slaná bomba, špinavá bomba), nálož se zvýšeným tokem neutronů, zbraň s intenzivním elektromagnetickým impulsem. (2, 3)

1.2 Vývoj jaderných zbraní během druhé světové války

V minulém století se odehrály dvě světové války, díky kterým se začaly vyvíjet zbraně hromadného ničení. Do kterých mimo jiné patří i jaderné zbraně. Jako první byly využity v první světové válce chemické zbraně a údajně i biologické zbraně. Avšak u biologických zbraní to jsou pouze spekulace, protože neexistuje mnoho důkazů na použití těchto zbraní. V druhé světové válce nebyly tyto zbraně použity, ale byly vyvíjeny zbraně zcela jiné, u kterých nebyly využity chemické ani biologické vlastnosti nýbrž byla použita síla atomového jádra. Ve druhé světové válce byly použity veškeré možné zdroje, aby mohla být sestrojena jaderná zbraň. Ve druhé světové válce se de facto odehrála jakási soutěž mocností, která jako první vyrobí jadernou zbraň. (2, 5, 11, 13, 18)

1.2.1 Vývoj jaderných zbraní v Německu

Je zcela bez pochyb, že nacistické Německo chtělo jako první sestrojít jadernou zbraň, protože chtělo dosáhnout „velkého vítězství“. Musíme vzít v úvahu výbornou úroveň německých znalostí v jaderné fyzice, radiochemii a jejich nejvyšší stupeň

zbrojení. V Německu byl jaderný projekt nazýván Uranový projekt. Ale jeho rozsah, charakter a cíle nejsou doposud zcela známy a existuje mnoho domněnek. Někteří tvrdí, že němečtí vědci zcela záměrně zpomalovali vývoj vědeckých prací, protože si uvědomovali závažnost a ničivou sílu jaderných zbraní. A věděli, co by pro lidstvo znamenalo, kdyby jaderné zbraně mělo nacistické Německo k dispozici. Jiní zase tvrdí, že Německo nechtělo sestrojít jadernou zbraň, ale pouze chtělo využít jadernou energii pro pohon jejich válečných strojů, a tím zvýšit jejich válečnou efektivitu. Ale vzhledem k tomu, že jaderná zbraň nebyla nacistickým Německem sestrojena, tak někteří jsou přikloněni k názoru, že se Německo nesnažilo sestrojít jadernou zbraň. Ale v podstatě dnes převládá názor, že tehdejší neúspěch německých vědců je spíše zásluha. Protože, kdyby Německo mělo k dispozici jadernou zbraň, mohlo by je využít i na území Evropy, a to by mělo nedozírné následky.(3, 16, 17, 20, 22)

1.2.2 Vývoj jaderných zbraní v Japonsku

Japonsko bylo německým spojencem a mělo za cíl ovládnout celou Asii. Japonsko tudíž také vyvíjelo zbraně hromadného ničení. Ve 20. letech minulého století vyvíjeli chemické zbraně a ve 30. letech minulého století začali masivní vyzbrojování bojových biologických zbraní. Japonsko pracovalo také na vývoji jaderných zbraní.

Japonsko se začalo zabývat problematikou jaderných zbraní již před válkou se Spojenými státy. Generálporučík Takeo Jasuda nařídil provést průzkum surovinových zdrojů, které mají a zahájit první experimenty. Jaderný program v Japonsku byl oficiálně zahájen v dubnu roku 1941. Vedením jaderného programu byl pověřen profesor Jošio Nišinu, který studoval u Nielse Bohra. V jeho týmu pracovalo přes sto mladých vědců, a to i dva, kteří později získali Nobelovu cenu.

Po porážce Japonska v námořní bitvě o Midway a poté, co získalo informace od zpravodajců o americkém projektu Manhattan, tak chtělo Japonsko ještě více získat jadernou zbraň a jejich úsilí o získání jaderné zbraně ještě více zvýšilo. V Japonsku proběhlo mnoho zasedání, která řešila otázku, zda je vůbec možné vyrobit jadernou zbraň a jsou-li schopni vojensky jí využít. Protože to bylo opravdu obtížné, měli

nedostatek surovin a lidských zdrojů, tak nebylo reálné vyrobit jadernou zbraň dříve, než za deset let. Jelikož výzkum jaderných zbraní nebyl pro Japonsko perspektivní, tak byl roku 1943 zastaven. Vývoj jaderných zbraní v Japonsku probíhal jen v laboratorních podmínkách. (2, 3, 27)

1.2.3 Vývoj jaderných zbraní ve Velké Británii

Velká Británie si byla vědoma důležitosti problematiky jaderných zbraní, ale poté co vypukla 2. světová válka, tak Velká Británie musela řešit podstatnější problémy, jako například vývoj radaru na obranu proti letectvu.

Avšak důležitým zvratem bylo, když dva němečtí emigranti vypracovali památné memorandum zvané „*O vytvoření superbomby založené na jaderné štěpné reakci v uranu*“. Toto memorandum je mělo přesvědčit, že sestavení jaderné bomby je reálné. Zároveň oba vědci varovali před použitím jaderné bomby, protože bombu nelze použít bez toho, aby nezabila velký počet civilních obyvatel, a proto by použití jaderné bomby mohlo být pro Velkou Británii nepřijatelným. Velká Británie měla silné obavy z německého útoku a hlavně měla strach, že Německo použije jaderné zbraně. A tak si Velká Británie mohla omluvit vývoj jaderných zbraní. Vznikl výbor MAUD (Military Application of Uranium Detonation – vojenské použití uranového výbuchu), jeho úkol byl, aby sjednotil výzkum jaderné zbraně. Vytvořil dvě závěrečné zprávy, v první ustanovil, že vývoj jaderné zbraně je reálný a ve druhé, že je nutné s vývojem začít ihned, protože hrozí, že Velká Británie by mohla ve vývoji zaostávat vůči jiným zemím a hlavně proti Německu. I když by válka skončila dříve, než by byla jaderná zbraň vyvinuta, tak vynaložené úsilí na vývoj nebude marné, protože vždy bude určité riziko války. (2, 3, 7, 19)

1.2.4 Vývoj jaderných zbraní v USA

Vzhledem k situaci, která panovala v Evropě po nástupu Německa k moci, zareagovaly Spojené státy tím, že přijaly stovky vědců z Evropy, mezi kterými byli

i jaderní fyzici. Hlavně tedy admirálnítu zajímala atomová energie jako možnost využití k pohonu plavidel a jaderným výzkumem byla pověřena Námořní výzkumná laboratoř ve Washingtonu, která zahájila vývoj metody čištění uranu tepelnou difusí.

Albert Einstein, Leo Szilard a Eugene Wigner zasáhli do dějin jaderných zbraní tím, že napsali prezidentovi Frankline Rooseveltovi dopis, ve kterém uvedli důležité a přesvědčivé argumenty, proč by měl být zahájen americký vojenský jaderný program. Ačkoli Albert Einstein toho později litoval, protože v následujících letech se věci vyvinuly tak, že přiznal chybu a řekl: „*Kdybych věděl, že se Němcům nepodaří atomovou bombu vyvinout, vývoj naší bomby bych nepodpořil.*“⁽³⁾

Projekt Manhattan

Ministerstvo války zřídilo Manhattanský ženíjní útvar a celý projekt převedlo pod vojenskou správu. Veškeré práce, které se týkaly jaderných zbraní, probíhaly pod názvem Manhattan Engineer District (MED). V listopadu 1942 byla zahájena výstavba experimentálního střediska Los Alamos v Novém Mexiku. Řízení střediska převzal Julius Robert Oppenheimer. V Los Alamos pracovalo 5 000 vědců, kteří řešili zásadní otázku, a to jak přivést bombu k výbuchu.

Koncem června 1945 byla konečně sestrojena jaderná bomba zvaná Gadget. Byla to implozivní plutoniová bomba. Tato bomba byla testována poblíž městečka Alamogordo, které leží západně od Los Alamos. Zkušební test se nazýval Trinity a byl spuštěn 16. července v 5:30. Tehdy byla „*zažehnutá jiskra prvního atomového ohně v lidských dějinách*“⁽³⁾. Výbuch spatřilo mnoho očitých svědků, kteří z výbuchu byly takřka unešení. Vznikla tlaková vlna, ohnivá koule se zvětšovala a v místě výbuchu se vytvořil atomový hřib, který se stal symbolem jaderné války. Efekty jaderného výbuchu byly viditelné až 200 kilometrů od místa výbuchu. Přičemž obyvatelstvo bylo uklidněno prohlášením, že došlo k výbuchu velkého množství výbušných látek. Ocelová věž, na kterou byla bomba umístěna, zmizela a vznikl kráter, který měl v průměru 300 metrů. V okruhu 1 500 metrů byla půda sežehnutá. Výbuch dosáhl účinnosti 20 kilotun TNT. To bylo 100krát více, než se předpokládalo.^(2, 3, 13)

1.2.5 Jaderný program v SSSR

Sovětský svaz se obával použití jaderné zbraně nepřítelem, což bylo pro Sovětský svaz jistým nebezpečím. Sovětský svaz měl informace o Uranovém projektu a o projektu Manhattan. Laboratoře měli přímo v Moskvě. Začátky jaderného programu byly poměrně skromné, protože ještě v dubnu 1944 zde pracovalo pouze 70 lidí. Vývoj jaderné zbraně v Sovětském svazu intenzivně pokračoval i po válce. Bylo to obtížné období, protože v Sovětském svazu panovaly podmínky nedostatku a probíhala poválečná obnova. Avšak Sovětský svaz si dal, jako cíl, v co nejkratším možném termínu prolomit jaderný monopol USA. Roku 1947 V. M. Molotov oznámil, že pro Sovětský svaz už neexistuje tajemství jaderné zbraně. Jenže na Západě toto oznámení považovali pouze jako sovětskou propagandu. První zkoušku jaderné pumy Sovětský svaz provedl 29. srpna 1949. (2, 3)

1.3 Bombardování Japonských měst

Při bombardování Japonských měst byly jaderné zbraně poprvé válečně použity. Bombardována byla Japonská města Hirošima a Nagasaki Spojenými státy.

1.3.1 Přípravy na svržení atomových bomb

Bylo nezbytné vytvořit útočnou jednotku a zcela nutné upravit bombardéry. Speciální bombardovací bojová skupina měla přísně utajovaný výcvik, který podléhal podmínkám nejvyššího utajení. Byla vybavena 15 bombardéry B-29, což byly tehdy největší americké bombardéry. Tyto bombardéry byly odlehčeny a mohly dosahovat výšky až 12 000 metrů, aby nehrozil útok nepřátelských stíhaček. Výcvik trval celkem 3 měsíce, ve kterém měly jediný cíl, a to svrhnout bombu na určený cíl z výšky 10 000 metrů s přesností 150 až 300 metrů a opustit prostor výbuchu. Cvičně shazovaly bomby, které měly stejnou hmotnost jako připravovaná jaderná bomba. Na svržení

jaderné bomby byla vybrána čtyři Japonská města: Kokura, Hirošima, Niigata a Kjóto. Jelikož město Kjóto bylo starobylé a kulturně cenné, tak bylo ze seznamu odebráno a bylo nahrazeno městem Nagasaki. Dne 4. července 1945, což je Den nezávislosti, byl vydán souhlas s jaderným útokem na Japonsko.

K jadernému útoku na Japonská města byly použity 2 jaderné bomby Little Boy a Fat Man. Little Boy byla uranová bomba tři metry vysoká, vážila 4 100 kilogramů a obsahovala 64,1 kilogramů obohaceného uranu. Bomba Little Boy byla použita pro jaderný útok na město Hirošima, vybuchla 6. srpna 1945 přesně v 8 hodin a 16 minut. Po výbuchu se objevila obrovská ohnivá koule, atomový hřib a celé město prakticky zmizelo, což bylo pro posádku bombardéru šokující. Po úspěšném jaderném bombardování bylo japonské obyvatelstvo informováno o bombardování pomocí letáků a zároveň bylo vyzváno ke kapitulaci.

Fat Man byla plutoniová bomba, vážila 4 500 kilogramů a obsahovala 6,2 kilogramů vojensky čistého plutonia. Bomba Fat Man byla použita pro jaderný útok na město Nagasaki. Původně se bombardování mělo odehrát 12. srpna 1945, ale z politických důvodů byl termín přesunut na 9. srpna. Bomba vybuchla přesně v 11 hodin a 2 minuty. Obraz výbuchu byl prakticky identický tomu v Hirošimě. (2, 3, 5, 8, 13)

1.3.2 Následky výbuchu jaderných bomb

Následky výbuchu jaderných bomb v Hirošimě a Nagasaki jsou ještě dnes zájmem různých studií, sporů a dohadů. Zejména jsou posuzovány z hlediska vojenského, politického a morálních hodnot, a to vzhledem k počtu obětí, které mají na svědomí pouze dvě bomby.

Ničivá síla jaderné bomby Little Boy, která vybuchla nad Hirošimou, byla 12,5 kilotun TNT. Zatímco ničivá síla jaderné bomby Fat Man, která vybuchla nad Nagasaki, byla 22 kilotun TNT. Ale ztráty v Nagasaki byly nižší, než v Hirošimě, a to zejména proto, že v Nagasaki je terén o něco členitější a hornatější oproti Hirošimě, viz tabulka 2. (3)

Tabulka 2: Následky výbuchu jaderných bomb v Japonsku (3)

	Hirošima	Nagasaki	Celkem
Počet obyvatel	255 000	195 000	450 000
Zóna zničení	12 km ²	4,8 km ²	16,8 km ²
Počet mrtvých	70 000	36 000	106 000
Počet raněných	70 000	40 000	110 000

Účinek jaderných bomb, které vybuchly v malé výšce nad japonskými městy, je založen na tlakové vlně, světelném záření, pronikavé radiaci a radioaktivním zamoření. Energie výbuchů byla 80 biliónů joulů, což je $80 \cdot 10^{12}$ J. Tlaková vlna tvořila asi 60 % energie, světelné záření 30 % a zbylých 10 % připadá na pronikavou radiaci a radioaktivní zamoření. Takže za hlavní ničivý faktor se považuje tlaková vlna, která by se dala přirovnat k úderu obrovského kladiva. V Hirošimě tlaková vlna zničila 60 % budov na celkové ploše dvanácti kilometrů čtverečních. Zdrojem světelného záření je ohnivá koule, kterou bychom mohli přirovnat malému uměle vytvořenému slunci, ale trvá jen pár sekund. Při výbuchu dosahuje teploty několika miliónů stupňů. Zjistilo se, že 20 až 30 % smrtelných poranění v Hirošimě a Nagasaki má na svědomí přímé světelné záření, které ještě ve vzdálenosti čtyř kilometrů od epicentra výbuchu způsobovalo popáleniny. Další smrtelná poranění vznikala díky vznikajícím požárům, které v Hirošimě tvořily tzv. „ohnivou bouři“. I pronikavá radiace a také radioaktivní kontaminace se podepsaly na spoustě úmrtí. V Hirošimě a Nagasaki to bylo zejména gama záření. Smrtelnou dávkou mohli být zasaženi lidé ještě 1 300 metrů od epicentra výbuchu, což bylo 400 rentgenů (4 Gy). Také vzniklo velké množství radioaktivního prachu, který zamořil velké plochy na dlouhou dobu. Byly zamořeny zemědělské plochy a zdroje pitné vody. (3, 6, 8)

1.4 Vývoj jaderných zbraní po válce

Za války se podařilo vyrobit jadernou zbraň a byla válečně využita Spojenými státy. Díky tomu po válce započal doslova závod v jaderném zbrojení. Hned po ukončení

války vývoj jaderných zbraní pokračoval v zemích, ve kterých probíhal před válkou či za války. I když samozřejmě vývoj nepokračoval v Německu a Japonsku. Jaderné zbraně postupně mělo k dispozici více zemí a zároveň rostl i počet jaderných zbraní, které země měly k dispozici.

1.4.1 Poválečný program v USA

Po ukončení druhé světové války jaderný program ve velkém pokračoval. Spojené státy provedly mnoho jaderných testů. Do roku 1963 Spojené státy provedly 316 jaderných výbuchů, což je asi 30 % všech testů, které byly provedeny do roku 1992. Tím Spojené státy demonstrovaly zbytku světa jejich vojenskou sílu. Ke zkouškám Spojené státy vybraly atol Bikini, který leží v Marshallových ostrovech v Tichomoří. Na atolu vznikla rozsáhlá zkušební základna. První zkušební výbuch zvaný Able proběhl 1. července 1946, jaderný výbuch měl sílu 23 kilotun TNT. Spojené státy sledovaly i účinky výbuchů na živý organismus. Účinky sledovaly na zvířatech, například na ovcích a kozách. Později v roce 1951 byl otevřen další zkušební prostor v Nevadě. Spojené státy se snažily snížit hmotnost u jaderných zbraní obsahujících štěpnou náplň, a také zvýšit jejich účinnost. Přišla nová generace jaderných bomb, které nakonec měly asi šestkrát nižší hmotnost, ale vyšší účinnost, než předchozí generace. Spojené státy vyčlenily asi 10 milionů ročně na vývoj jaderných zbraní. Mezi lety 1945 – 1990 vyrobily zhruba 70 000 jaderných hlavic.(2, 3, 11, 18, 28)

Vodíková bomba

Termonukleární reakce byla objevena roku 1934. Myšlenka nové superbomby (vodíkové bomby) pro Spojené státy byla velice lákavá, avšak nejprve byla odsunuta do pozadí. První dvoustupňovou nálož vyzkoušely 1. listopadu 1952 na atolu Eniwetok. Na ostrůvku Elugelab umístily agregát Mike. Agregát umístily do betonové krychle, takže k použitelné bombě měl hodně daleko. Po výbuchu se nad Tichým oceánem objevila ohnivá koule o průměru 6 kilometrů, do výšky 40 kilometrů vystoupal prach ve tvaru hříbu. Ostrůvek prakticky zmizel a vznikl obrovský kráter, dlouhý 1 600 metrů, široký

600 metrů a hluboký 60 metrů. Síla výbuchu dosahovala 10,4 megatun TNT. Pak proběhlo ještě několik pokusných výbuchů. (3)

Tabulka 3: Atmosférické testy Spojených států (3)

Rok	Místo	Počet
1946	Bikini	2
1948	Eniwetok	3
1951	Nevada, Eniwetok	23
1952	Eniwetok	2
1953	Nevada	11
1954	Bikini, Eniwetok	6
1955	Nevada, Pacific	19
1956	Bikini, Eniwetok	17
1957	Nevada	32
1958	Nevada, Bikini, Eniwetok, ostrov Johnston, jižní Atlantik	77
1961 - 1963	Nevada, Vánoční ostrov, Johnston, Nellis, POacifik	124

1.4.2 Poválečný program v SSSR

V Sovětském svazu v poválečném období pokračoval masivní vývoj jaderných zbraní. Jaderné zbraně vyvíjely hlavně na „obranu socialistické vlasti“, což byl jejich propagandistický pojem. Hlavně od poloviny 50. let minulého století se Sovětský svaz snažil demonstrovat svou sílu především díky jejich přesvědčení a strachu z toho, že silné kapitalistické státy chystají jadernou válku a chtějí Sovětský svaz zničit. V Sovětském svazu byl vybudován obrovský komplex na vývoj jaderných zbraní, ve kterém bylo zaměstnáváno 6 milionů lidí.

První jadernou zbraň se Sovětskému svazu podařilo sestrojít roku 1949. Jednalo se o kopii bomby Fat Man, takže to byla plutoniová bomba, její označení bylo RDS – 1. V malé osadě na řece Irtyš vznikla zkušební základna, která se nazývala Semipalatinsk – 21 a později Kurčatov. Test této atomové bomby proběhl 29. srpna 1949 a bomba byla odpálena z věže, dosahovala síly 20 kilotun TNT. V okolí epicentra

výbuchu různě rozmístil techniku, stavby, detektory ionizujícího záření a zvířata. To hlavně proto, aby mohl zjistit průběh výbuchu, a aby zjistil ničivé účinky. Tím Sovětský svaz dosáhl svého cíle a ukončil americký atomový monopol. Další testy atomových bomb se odehrály až 2 roky po prvním testu. První bomba byla odpálena 24. září 1951 klasicky z věže. Druhá vybuchla 18. října 1951, byla svržena z bombardéru. (3, 11, 19, 29, 30)

Vodíková bomba

Když v Semipalatinsku proběhl úspěšný test jaderné bomby, tak byl vývoj termonukleární zbraně pro Sovětský svaz prioritní. V roce 1953 se podařilo Sovětskému svazu sestrojít termonukleární bombu a 12. srpna proběhl již čtvrtý jaderný test, který proběhl na Semipalatinské základně. Výbuch měl sílu 400 kilotun TNT. Byla to jednostupňová nálož. 22. listopadu 1945 byla svržena dvoustupňová bomba o síle 1,6 megatun TNT. Důležité sovětské jaderné výbuchy, které probíhaly v letech 1949 – 1961 můžete vidět v tabulce 4. (3, 18, 19)

Tabulka 4: Důležité sovětské jaderné výbuchy v letech 1949 – 1961 (3)

Číslo testu	Datum	Místo	Síla a druh
1	29. 8. 1949	Semipalatinsk	plutoniová, 20 kt
3	18. 10. 1951	Semipalatinsk	Vzdušný výbuch
4	12. 8. 1953	Semipalatinsk	termojaderná, 400 kt
9	14. 9. 1954	Tockoje	štěpná, 40 kt
22	21. 9. 1955	Novaja Zemlja	1. podvodní výbuch, 250 kt
24	22. 11. 1955	Semipalatinsk	1. superbomba, 1,6 Mt
25	2. 2. 1956	Aralsk	raketa, 0,3 kt
34	19. 1. 1957	Kapustin Jar	raketa, 10 kt
117	11. 10. 1961	Semipalatinsk	1. podzemní výbuch
127	27. 10. 1961	Kapustin Jar	kosmický test
130	31. 10. 1961	Novaja Zemlja	nejmohutnější, 50 Mt

1.4.3 Poválečný program ve Velké Británii

Po válce chtěla i Velká Británie získat jadernou zbraň, protože se utvářelo nové silové rozložení světa, kterému silově dominovaly Spojené státy a Sovětský svaz. Velká Británie chtěla být také jednou ze světových mocností. V podstatě vlastnictvím jaderné zbraně si chtěla Velká Británie udržet svůj vliv ve světě. Chtěla tím demonstrovat svoji vědeckou a technologickou sílu. Vývoj nové zbraně byl přísně utajován, byl hrazen ze státního rozpočtu. Výdaje se různě maskovaly, protože obyvatelstvo, ale ani parlament o vývoji nevěděl.

Jako potenciálního nepřítele měla hlavně Sovětský svaz, protože politický vliv Sovětského svazu ve světě rostl i na země, které byly pod britskou koloniální správou. Britové byli překvapeni a zaskočeni potenciálem Sovětského svazu. Po provedeném

jaderném testu v Sovětském svazu. Nemohli uvěřit, že v tak krátké době Sovětský svaz byl schopen vyřešit technické problémy týkající se jaderné zbraně, ale taky tomu, že byl schopen postavit továrnu a započít vývoje v tak velkém rozsahu. Na základě těchto informací a obav ze Sovětského svazu měly vývoj a výroba jaderné zbraně nyní nejvyšší státní prioritu. Velká Británie si postupně začala uvědomovat, že za Sovětským svazem zaostává ve velikosti armády, v množství zbraní, ale také technologicky. Velká Británie usilovala o získání amerických jaderných bomb. Roku 1948 bylo do Velké Británie vysláno několik bombardérů B-29, které byly určeny k případnému odvetnému jadernému útoku na Sovětský svaz.

První jaderný test, který Velká Británie provedla, byl v Indickém oceánu u australských ostrovů Monte Bello na palubě fregaty. Test se nazýval Hurricane, odehrál se 3. října 1952. Jednalo se o plutoniovou bombu typu Fat Man o síle 25 kilotun TNT. Po výbuchu z lodi nic nezůstalo. Tímto testem Velká Británie vstoupila do dějin jako třetí země, která vlastní jadernou zbraň, a tím se stala třetí jadernou mocností. O rok později proběhly další 2 jaderné testy v Jihoaustralské poušti. Byly to plutoniové bomby o síle 10 kilotun TNT. Protože testy byly úspěšné, tak Velká Británie chtěla sestrojít ještě účinnější zbraně, což byly termonukleární zbraně. První termonukleární bomba byla odpálena 15. května 1957 u ostrova Malden. Bomba měla sílu 200 – 300 kilotun TNT. Avšak první bomba, která mohla být vojensky využita, vybuchla

8. listopadu 1957 u Vánočního Ostrova o síle 1,8 megatuny TNT. Po té následovalo ještě několik pokusů.

Velká Británie provedla dohromady 27 jaderných testů, z čehož 9 testů bylo termonukleárních. Nejdůležitější jaderné testy Velké Británie jsou vypsány v tabulce 5.(2, 3, 14, 29)

Tabulka 5: Jaderné testy Velké Británie (3)

Datum	Místo	Počet	Síla
3. 10. 1952	Monte Bello	1	25 kt
10/1953	Emu Field	2	8-10 kt
5 – 6/1956	Monte Bello	2	15-60 kt
9 – 10/1956	Maralinga	4	1-15 kt
5 – 6/1957	Malden	3	150 – 720 kt
9/1957	Maralinga	3	1 – 25 kt
8. 11. 1957	Vánoční ostrov	1	1,8 Mt
4 – 9/1958	Vánoční ostrov	5	1 kt – 3 Mt

1.5 Poválečný program ve Francii

Francie měla po válce k dispozici jen málo vědců a fyziků, tak cesta k jaderné zbrani byla pro Francii poměrně dost obtížná. V září 1951 vzniklo výzkumné zařízení přibližně 15 km na jih od Paříže zvané Batterie de Limeil.

Francie byla čtvrtou mocností, která vstoupila do atomového klubu. První jaderný test, který Francie provedla, proběhl 13. února 1960 na saharském polygonu Reggane. Jednalo se o plutoniovou bombu o síle 60 až 70 kilotun TNT. Druhý jaderný výbuch, který Francie provedla, proběhl 2. dubna 1960, krátce po prvním.

Nové zkušební středisko vzniklo ve francouzské Polynésii. Mezi 2. červencem a 4. říjnem 1966 proběhlo pět zkušebních testů na atolech Morura a Fangotofa. Proti těmto testům protestovala Austrálie, Nový Zéland a Japonsko. Tyto testy sloužily pro vývoj munice o zvláště velké hmotnosti.

Francie se snažila získat termonukleární bombu, což se podařilo. Termonukleární bomba byla testována 24. srpna 1968 na atolu Mururoa. Její síla dosahovala 2 megatun TNT. Nejdůležitější francouzské jaderné testy jsou vypsány v tabulce 6.(3, 5, 28)

Tabulka 6: Francouzské jaderné testy Francie (3)

Datum	Místo	Test
13. 2. 1960	Sahara	1. francouzský test, plutoniová bomba 60-70 kt
2. 4. 1960	Sahara	Plutoniová bomba 20 kt,
1. 5. 1962	Sahara	Plutoniová bomba 60 kt pro Mirage-IV
Léto 1966	Polynésie	Další verze štěpné nálože a taktické výzbroje
Léto 1967	Polynésie	Spouštěcí zařízení vodíkové bomby
24. 8. 1968	Polynésie	První termonukleární zbraň

1.6 Poválečný program v Číně

Čína také chtěla být jednou z velmocí vlastníci jaderné zbraně a chtěla, aby jí je Sovětský svaz, se kterým v oblasti vojenství spolupracovala, pomohl získat. To Sovětský svaz odmítl, ale Číně byl v roce 1954 nabídnut tzv. „atomový deštník“.

Později v roce 1955 se Čína a Sovětský svaz dohodly, že budou společně využívat čínských nalezišť a Sovětský svaz Číně dodá experimentální jaderný reaktor a štěpný materiál. Sovětský svaz se smířil s čínskými jadernými ambicemi a začal Číně pomáhat. Mnoho čínských vědců a jaderných fyziků začalo studovat v Dubné a absolvovalo výcvik v sovětských závodech a specializovaných laboratořích. Sovětský svaz souhlasil s tím, že dodá Číně prototyp jaderné bomby, avšak dodání se nikdy neuskutečnilo, protože vzájemné vztahy v 60. letech minulého století ochladly. I když vývoj čínské atomové bomby to nezastavilo.

První čínský jaderný výbuch proběhl 16. října 1964 poblíž jezera Lop Nur. Jednalo se o uranovou bombu o síle 20 kilotun TNT. Tímto výbuchem Čína vstoupila do atomového klubu. Čína do března 1972 provedla celkem 14 jaderných testů. Čína se

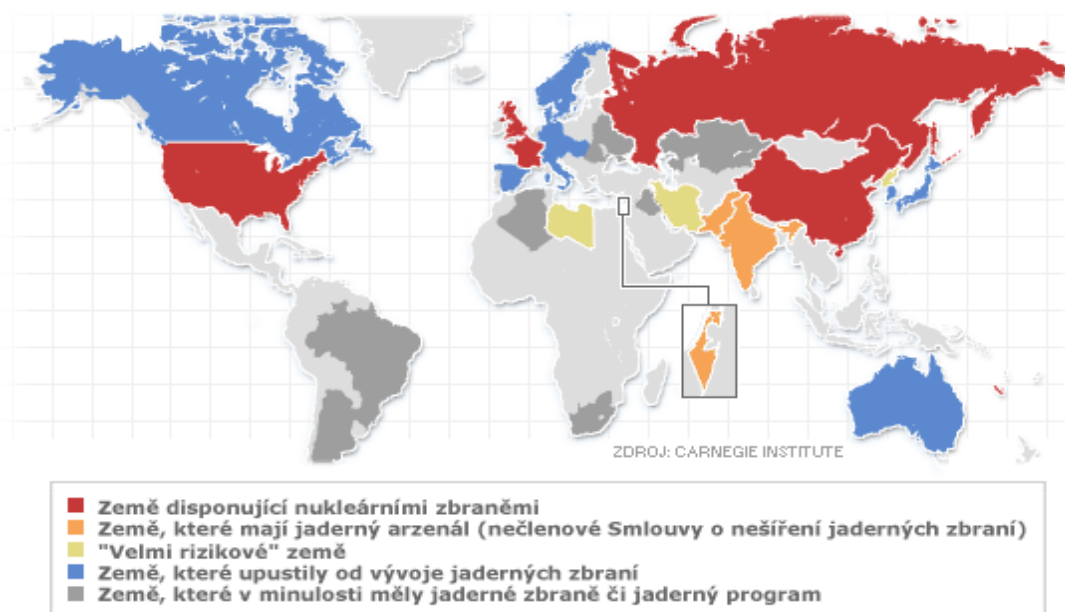
začala takticky vyzbrojovat díky sporům s Indií a Sovětským svazem. Dle amerických zpravodajců, Čína započala v roce 1988 s testováním neutronových zbraní. Čínské jaderné testy viz tabulka 7. (3, 5, 18, 19)

Tabulka 7: Čínské jaderné testy do roku 1968 (3)

Test	Datum	Síla
CHIC – 1	16. 10. 1964	25 kt
CHIC – 2	14. 10. 1965	35 kt
CHIC – 3	09. 05. 1966	250 kt
CHIC – 4	27. 10. 1966	10 kt
CHIC – 5	28. 12. 1966	300 kt
CHIC – 6	17. 06. 1967	3,3 Mt
CHIC – 7	24. 12. 1967	20 kt
CHIC – 8	27. 12. 1968	3 Mt

1.7 Státy vlastníci jaderné zbraně

V současné době vlastní jaderné zbraně USA, Čína, Rusko, Velká Británie a Francie. Další dva státy, Indie a Pákistán provedly testy jaderných zbraní, ale nepodepsaly Dohodu o nešíření jaderných zbraní. Severní Korea od dohody odstoupila a provedla jaderné testy. Izrael je podezříván, že jadernou zbraň již vlastní, ale nikdy se k tomu oficiálně nepřiznal. Írán a Sýrie jsou podezříváni z vývoje jaderných zbraní. Na obrázku 6 je mapa světa, na které jsou vyznačeny země disponující jadernými zbraněmi (23)



Obrázek 6: Země disponující jadernými zbraněmi (23)

1.8 Kontrola jaderného zbrojení

První varianta, která se naskytla, jak kontrolovat jaderné zbrojení byla, že USA se podělí s Velkou Británií a se Sovětským svazem. Podmínky měly stanovit, že s použitím jaderných zbraní budou souhlasit všechny tři strany a budou se nacházet na území Spojených států. Samozřejmě z této myšlenky sešlo a nic takového se neuskutečnilo.

Jako druhá varianta byla založit agenturu pro jaderný rozvoj. Agentura by kontrolovala celou oblast výzkumu, vývoje a výroby jaderných zbraní.

V roce 1946 vznikla Komise OSN (Organizace spojených národů) pro atomovou energii (UN Atomic Energy Commission). Komise vznikla na návrh Spojených států, Velké Británie a Sovětského svazu. Komise měla za cíl poskytovat výměnu vědeckých informací a zajistit, aby jaderná energie byla využívána pouze pro mírové účely.

Podle čtrnácti bodů Baruchova návrhu měla mít mezinárodní agentura pro jaderný rozvoj neomezené právo kontroly nad světovými zásobami uranu a thoria i nad všemi podniky jaderného průmyslu včetně chemických a metalurgických závodů na

zpracování potřebných surovin a materiálů. Měla disponovat mezinárodní dozorčí sítí, jejíž nálezy by nepodléhaly vetu Rady bezpečnosti OSN. Jenomže tajemství jaderných zbraní zatím vlastnily a znaly pouze Spojené státy. Tudíž nemohlo být o kontrole jaderného zbrojení ani řeči, protože tím by si Spojené státy zajistily svůj monopol. Zástupce sovětské delegace navrhl, aby jaderné zbraně nebyly použity za žádných okolností, aby byla zakázána jejich výroba a skladování a aby do tří měsíců byly zničeny všechny stávající zásoby. Nakonec v prosinci roku 1946 byl Baruchův návrh komisí schválen a proti hlasovali pouze zástupci Sovětského svazu a Polsko.

Velký rozdíl byl především mezi Spojenými státy a Sovětským svazem v strategické situaci a oba státy měly nerovnou úroveň rozvoje jaderného programu. Tudíž byly návrhy na kontrolu atomové energie zcela nepřijatelné. Kompromis mohl nastat tehdy, až když Sovětský svaz se sám stal jadernou mocností a vznikla mezi oběma státy strategická rovnováha. (3, 11, 13, 14, 15)

1.8.1 Smlouva o nešíření jaderných zbraní

Díky množství jaderných reaktorů ve světě bylo velké riziko, že jaderné zbraně bude vlastnit více a více států. Všeobecně platí, že 1 MW reaktor dokáže vyrobit 1 gram plutonia za den. To znamená, že 100 MW reaktor dokáže vyrobit 100 gramů za den. Tudíž jadernou výbušninu pro jadernou zbraň je možné teoreticky vyrobit asi za dva měsíce. V polovině 60. let minulého století vlastnilo více než 40 zemí výrobní nebo experimentální reaktory. Odborníci předpokládali, že do konce 20. století by jaderné zbraně mohlo vlastnit více než 30 zemí. V roce 2004 bylo ve světě provozováno 440 energetických a 284 experimentálních reaktorů v 56 zemí světa, ale jadernou zbraň údajně vlastnilo jen 8 zemí.

První jakýsi náznak světa bez jaderných zbraní je Smlouva o Antarktidě, která vstoupila v platnost v roce 1961. V této konvenci stálo, že Antarktida může být využívána pouze pro mírové účely a nesmí se na Antarktidě odehrávat nic, co by mělo vojenský charakter.

V roce 1961 OSN vytvořila komisi pro odzbrojení (tzv. komisi osmnácti zemí). Tato komise sehrála klíčovou roli při přípravě Smlouvy o nešíření jaderných zbraní. Smlouvu o nešíření jaderných zbraní schválilo v červnu 1968 Valné shromáždění OSN. Smlouva byla předložena k podpisu 1. července 1968, kdy jí podepsaly Spojené státy, Velká Británie, Sovětský svaz a dalších 59 zemí. Smlouva je platná od 5. března 1970. Smlouva o nešíření jaderných zbraní byla v roce 1995 prodloužena na dobu neurčitou a již v roce 2000 s ní souhlasilo 187 zemí, ale bez Kuby, Izraele, Pákistánu a Indie. Dodržování smlouvy garantuje Mezinárodní agentura pro atomovou energii.(3, 19, 21, 30)

1.8.2 Smlouvy SALT

V Moskvě v roce 1972 byla podepsána dočasná dohoda mezi Sovětským svazem a Spojenými státy o některých opatřeních v oblasti omezení útočných strategických zbraní. Tato dočasná dohoda spolu s tehdy uzavřenou Smlouvou o omezení systémů protiraketové obrany je známá jako SALT – 1. Její trvání bylo stanoveno na pět let.

Obě strany se dohodly, že nebudou stavět nová stacionární odpalovací zařízení mezikontinentálních balistických raket (ICBM), nebudou je přemísťovat a ani přebudovávat odpalovací zařízení lehkých a starých typů, zavedených do roku 1964, na odpalovací zařízení těžkých typů. Obě mocnosti se dále zavázaly omezit odpalovací zařízení balistických raket na ponorkách (SLBM) a omezit i počty samotných ponorek. Dva roky po vypršení smlouvy SALT – 1 byla podepsána smlouva SALT – 2. Její podstatou bylo omezení počtů všech prvků strategické triády a stanovení maximálního počtu bojových hlavic na jednotlivé zbraňové systémy. Obě strany mohly disponovat maximálně 2 250 odpalovacími zařízeními strategicky významných balistických raket všeho druhu a těžkých bombardérů.

Podobně jako předcházející smlouva, také smlouva SALT – 2 zakazovala budovat další stacionární odpalovací zařízení mezikontinentálních balistických raket, přemísťovat je a přebudovávat odpalovací zařízení lehkých typů na těžká. Dále zakazovala zavádění mobilních odpalovacích zařízení pro těžké typy těchto prostředků,

zavádění těžkých balistických raket odpalovaných z ponorek a letadel a zvyšování počtu bojových hlavic na stávajících typech mezikontinentálních balistických raket. (3, 21, 23, 26)

1.8.3 Smlouvy START

V roce 1994 vstoupila v platnost Smlouva o snížení stavu strategických sil (START – 1). Smlouva zavazovala Spojené státy a Sovětský svaz ke snížení počtu jaderných hlavic během sedmi let o 30 %. Každé straně mělo zůstat 1 600 strategických nosičů a 6000 hlavic.

Smlouva START – 2 byla podepsána v roce 1993. Smlouva stanovovala snížení stavu počtu jaderných náloží na strategických nosičích na 3 000 do roku 2002. Dále zavazovala obě země k likvidaci multihlavicových systémů MIRV.

Na rusko-americkém summitu v Moskvě v roce 2002 podepsaly obě strany dohodu o radikálním snížení svých strategických jaderných arzenálů na 1 700 až 2 200 hlavic na každé straně během deseti let, avšak dohoda má několik úskalí. Například USA prosadily, že část vyřazených bojových hlavic (až 2 400) si ponechají pro případnou potřebu ve skladech. Dohoda rovněž obsahuje ustanovení, která umožní oběma stranám od dokumentu ustoupit "v případě ohrožení národních zájmů". V tabulce 8 můžete vidět počty amerických a ruských strategických jaderných hlavic v roce 1998.(3, 21, 23, 25)

Tabulka 8: Porovnání počtů amerických a ruských strategických jaderných hlavic v roce 1998 (3)

Nosič	USA	Rusko
ICBM	2451	3630
SLBM	3776	2480
Bombardéry	1755	564
Celkem	7982	6674

2 Cíle práce a hypotézy

Cílem předložené bakalářské práce bylo:

- 1) Zhodnotit možnosti použití jaderných zbraní případně jaderné války.
- 2) Ověřit a porovnat znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva o jaderných zbraních a jejich účincích v bakalářském a navazujícím magisterském studiu.

Pro splnění vymezených cílů byly formulovány následující hypotézy:

Znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení.

Znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia.

3 Metodika

Zadané téma bylo zpracovááno pomocí odborné literatury, internetových zdrojů a článků týkajících se jaderných zbraní a jejich problematiky. Tyto zdroje byly nejprve prostudovány a z nich získané poznatky a informace jsou shrnuty v teoretické části bakalářské práce.

Praktická část byla zpracovávána na základě dotazníkového šetření. Dotazník obsahoval 14 otázek zaměřených na problematiku jaderných zbraní. Byl ve formě testu, každá otázka měla čtyři možnosti, z nichž vždy byla pouze jedna možnost správná. Dále obsahoval jednu otázku, ve které byla zjišťována forma studia, aby následně bylo možné porovnat, zda studenti navazujícího magisterského studia oboru Ochrana obyvatelstva mají staticky významnější znalosti než studenti bakalářského studia.

K uskutečnění statistického šetření je zapotřebí dosažení dostatečného počtu statistických jednotek, z toho důvodu byli osloveni studenti českých univerzit poskytujících vzdělání v oboru Ochrana obyvatelstva. Prostřednictvím emailu byla požádána studijní oddělení o přeposlání odkazu webové stránky obsahující dotazník studentům prvního až třetího ročníku prezenčního i kombinovaného studia. Byly osloveny následující univerzity:

- Fakulta biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Kladně,
- Fakulta bezpečnostního inženýrství Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.

Na výzvu odpověděli studenti z Fakulty biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Kladně.

Dále byly osloveni studenti Zdravotně sociální fakulty Jihočeské univerzity, kterým byl rozdán dotazník v tištěné formě.

Odpovědi studentů k jednotlivým otázkám byly vyhodnoceny a pro lepší přehlednost byly znázorněny na grafech. U každé otázky je výsečový graf, na kterém je znázorněn počet správných a špatných odpovědí v procentech. Dále u každé otázky je sloupcový graf, na kterém je znázorněn počet správných a špatných odpovědí studentů

bakalářského a navazujícího magisterského studia oboru Ochrana obyvatelstva. U každé otázky je uveden i krátký slovní komentář.

Stanovené hypotézy budou testovány prostřednictvím metod deskriptivní a matematické statistiky.

3.1 Metody deskriptivní statistiky

a) Formulace statistického šetření

Je třeba vymežit následující pojmy:

- hromadný náhodný jev (HNJ)
- statistická jednotka (SJ)
- statistický znak (SZ)
- hodnoty statistického znaku (HSZ)
- základní statistický soubor a jeho rozsah (ZSS)

b) Škálování a měření

Ke škálování bude využita kvantitativní metrická škála. Počet k prvků škály bude vypočítán pomocí Sturgesova pravidla $k = 1 + 3,3 \log n$, kde n je rozsah VSS.

Měřením je proces přiřazování prvků škály každé statistické jednotce VSS. Výsledkem měření je zápis, který nám vyjadřuje, kolikrát byl prvek škály x_i naměřen (n_i krát). Součet všech absolutních četností (n_i) musí být roven celkovému počtu všech statistických jednotek (n) výběrového statistického souboru (VSS). Pravděpodobnost, že při měření nastanou výsledky x_i je vyjadřována relativní četností (n_i/n). Pravděpodobnost, že nastane výsledek menší nebo rovný x_i je nazýván kumulativní četností ($\sum n_i/n$).

c) Elementární statistické zpracování

Výsledky měření se přiřadí do škál, zapíše do tabulky a následně se vyjádří graficky a empirickými parametry. V práci bude tabulka, která má 10 sloupců:

- | | |
|------------------|-------------|
| 1. sloupec x_i | prvky škály |
|------------------|-------------|

2. sloupec x_i (a;b)	interval
3. sloupec x_i střed (a;b)	střed intervalu
4. sloupec n_i	absolutní četnosti škály
5. sloupec n_i/n	relativní četnosti prvků škály
6. sloupec $\Sigma n_i/n$	kumulativní četnosti
7. sloupec $n_i x_i$,	pomocný součin
8. sloupec $n_i x_i^2$	pomocný součin
9. sloupec $n_i x_i^3$	pomocný součin
10. sloupec $n_i x_i^4$	pomocný součin

Dále se sestrojí polygony absolutních a kumulativních četností.

Budou použity následující empirické parametry: parametr polohy (vážený aritmetický průměr) parametr variability (empirický rozptyl a směrodatná odchylka) a parametr šikmosti.

3.2 Metody matematické statistiky

3.2.1 Neparametrické testování hypotéz

Pro neparametrické testování nejdříve bude nutné provést intervalové rozdělení četností. V dalším kroku bude zvolen vhodný test neparametrického testování pro zpracování dat. Bude zvolen χ^2 -test dobré shody. Následně bude provedeno testování normality. Postup spočívá ve výpočtu integrálů (výpočet jednotlivých ploch pod křivkou za pomoci zavedení proměnné u_i , použití primitivní funkce Φu_i , kdy data budou získána ze statistických tabulek a následně použití χ^2 -testu (potřeba určit χ_{exp}^2 a χ_{teor}^2).

3.2.2 Parametrické testování hypotéz

Zvolená hypotéza bude ověřena za pomoci dvojvýběrového t-testu. Pro jeho výpočet bude použit vztah:

$$t_{exp} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_1 - 1)Sx^2 + (n_2 - 1)Sy^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

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

4 Výsledky

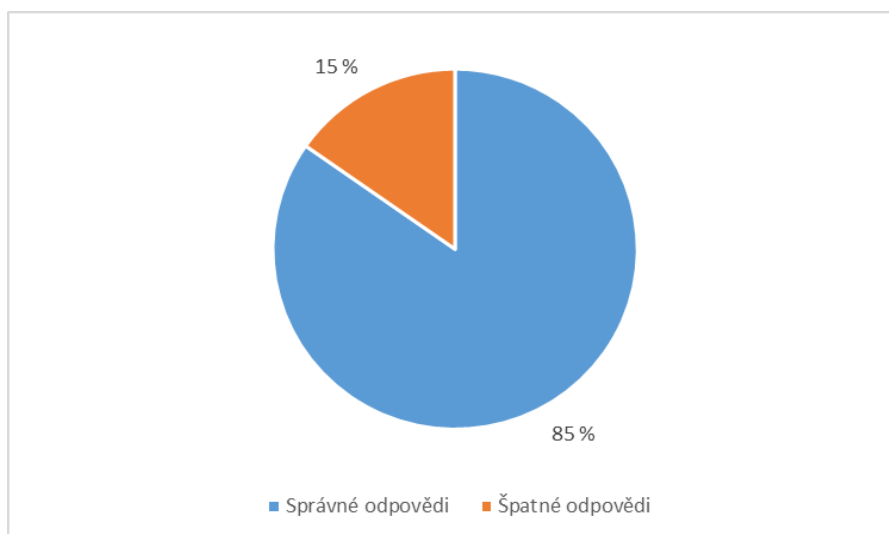
4.1 Výsledky dotazníkového šetření

V této kapitole jsou shrnuty výsledky dotazníkového šetření, které jsou pro větší přehlednost znázorněny v grafech. Dotazníkové šetření probíhalo mezi studenty oboru Ochrana obyvatelstva v bakalářském a navazujícím magisterském studiu.

Otázka č. 1: Který stát jako první vynalezl jadernou zbraň?

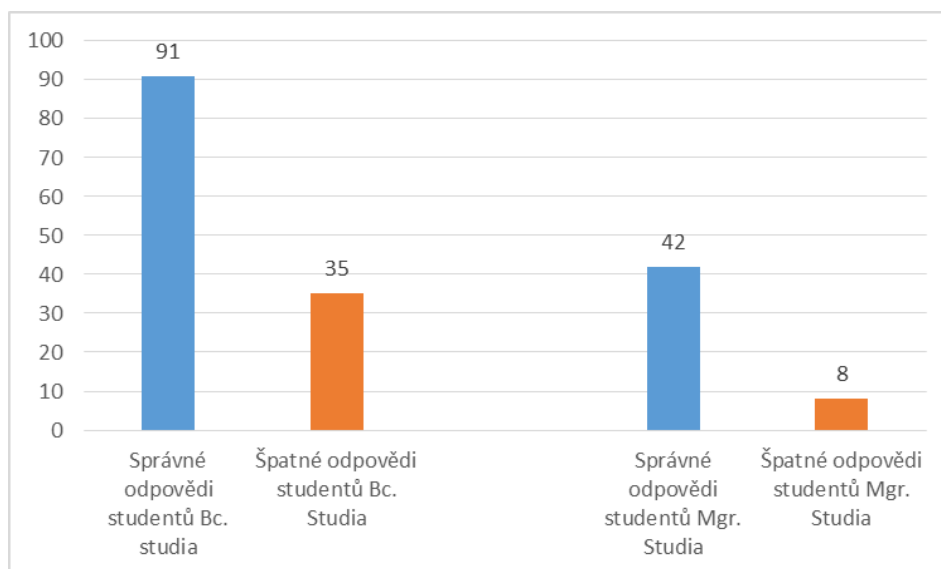
- A) Německo
- B) SSSR
- C) USA
- D) Velká Británie

Na obrázku 7 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 8 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 7: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 85 %, tj. 133 respondentů (91 studentů bakalářského studia, 42 studentů navazujícího magisterského studia). 24 respondentů označilo chybnou odpověď (15 %).

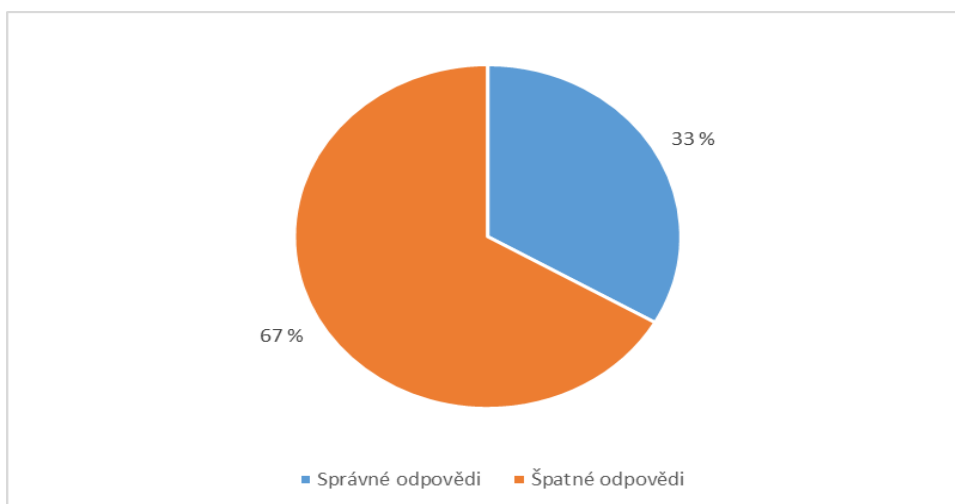


Obrázek 8: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 2: Jak se v Německu nazýval jaderný program?

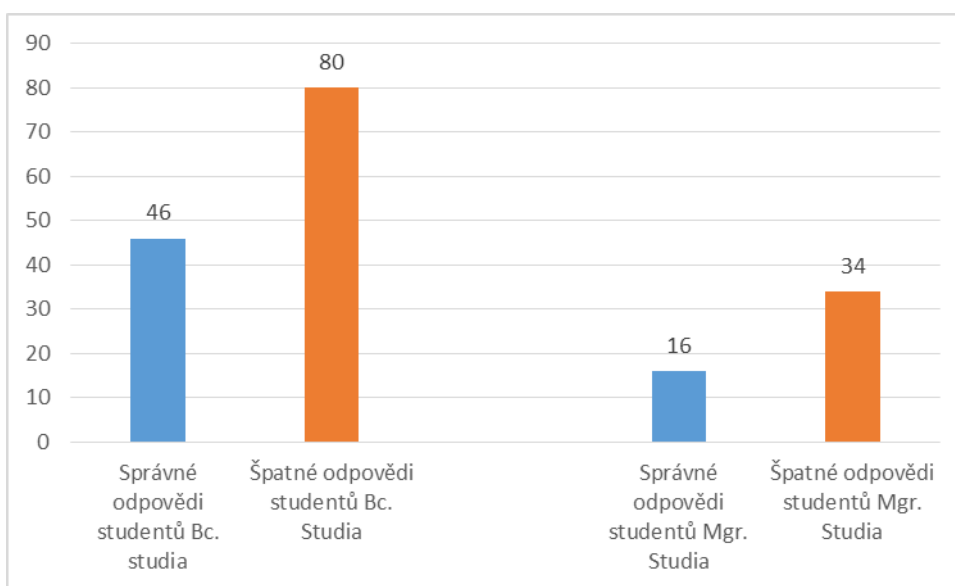
- A) Plutoniový projekt
- B) Uranový projekt**
- C) Jaderný projekt
- D) Atomový projekt

Na obrázku 9 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 10 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 9: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď na tuto otázku označilo 62 respondentů (33 %), tj. 46 studentů bakalářského studia, 16 studentů navazujícího magisterského studia. Zbylých 114 respondentů označilo chybnou odpověď (67 %).

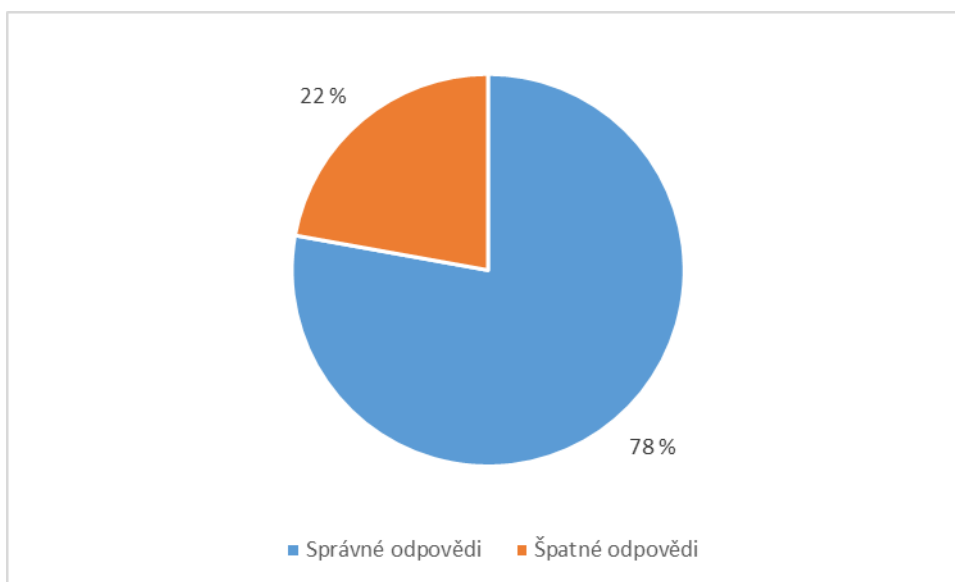


Obrázek 10: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 3: Jak se v USA nazýval jaderný program?

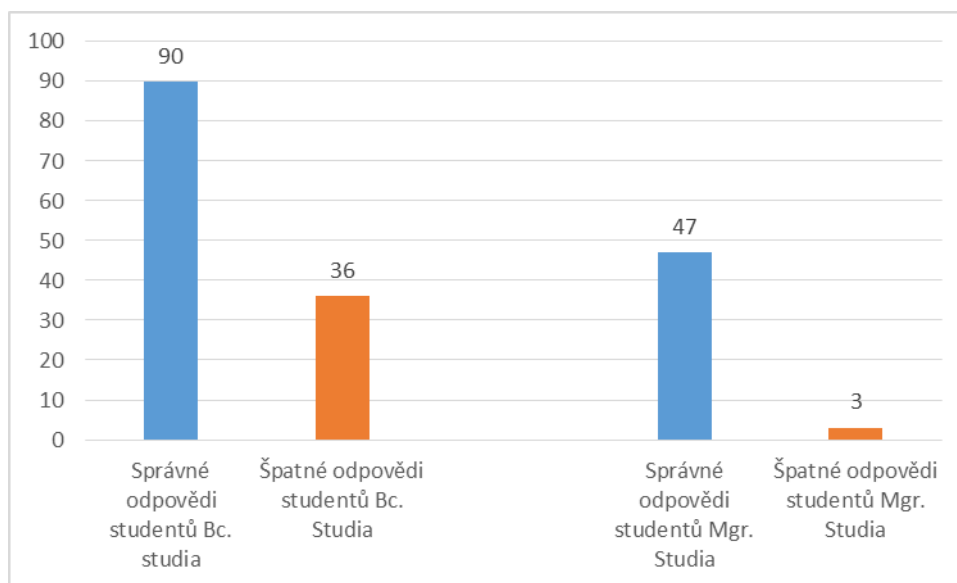
- A) Jaderný projekt
- B) Projekt Manhattan**
- C) Projekt Washington
- D) Atomový projekt

Na obrázku 11 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 12 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 11: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď na otázku číslo 3 označilo 137 respondentů tedy 78 %, což je 90 studentů bakalářského studia 47 studentů navazujícího magisterského studia. Zbýlých 39 respondentů označilo otázku špatně (22 %).

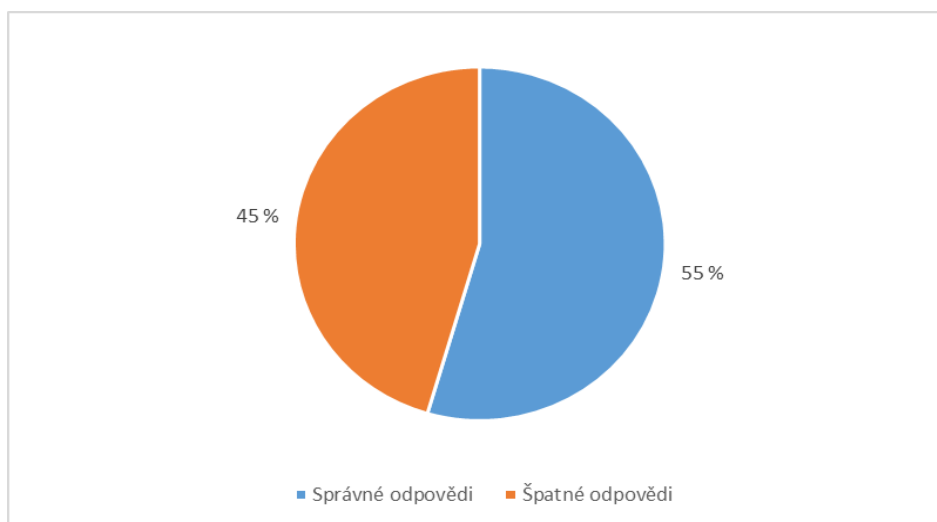


Obrázek 12: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 4: Jak se nazývala první jaderná bomba?

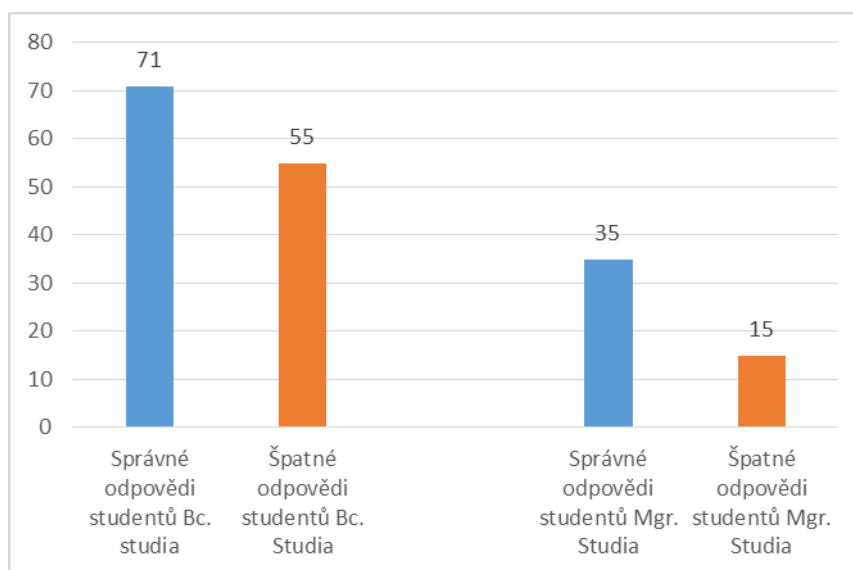
- A) Bomb
- B) Nuclear Bomb
- C) Explosion
- D) Gadget**

Na obrázku 13 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 14 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 13: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 106 respondentů (55 %), tedy 71 studentů bakalářského studia, 35 studentů navazujícího magisterského studia. Zbylých 70 respondentů označilo chybnou odpověď (45 %).



Obrázek 14: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 5: Kde byla otestována první jaderná bomba?

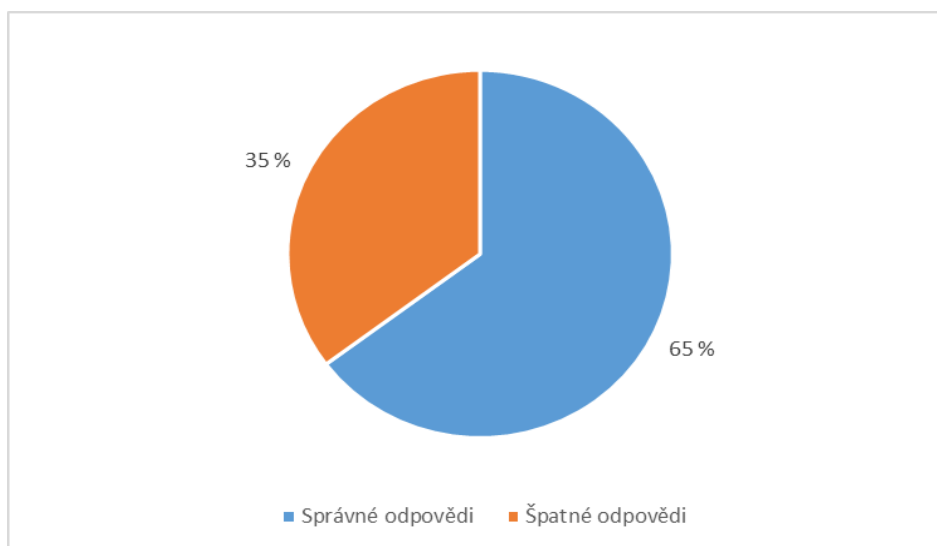
A) Poblíž města Las Vegas

B) Poblíž města Alamogordo

C) Poblíž města New York

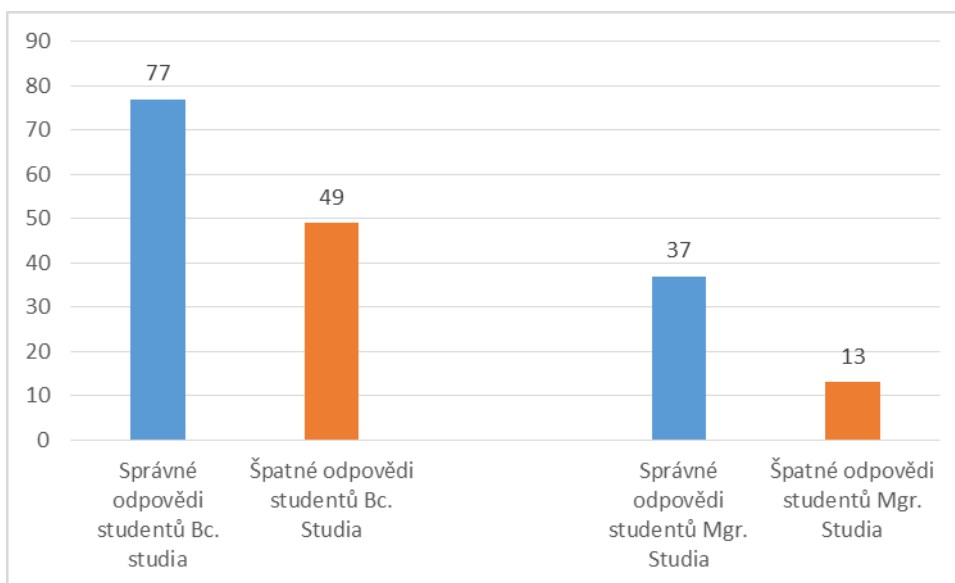
D) Poblíž města Ohio

Na obrázku 15 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 16 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 15: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

77 studentů bakalářského studia a 37 studentů navazujícího magisterského studia ví, kde byla otestována první jaderná bomba (65 %). Zbýlých 62 studentů neví, kde byla otestována (35 %).

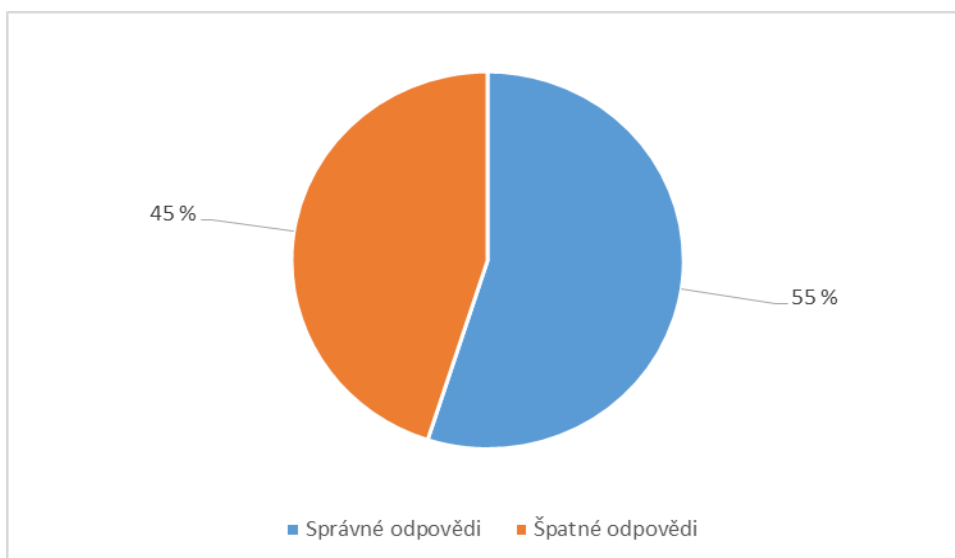


Obrázek 16: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 6: Kdy byla otestována první jaderná bomba?

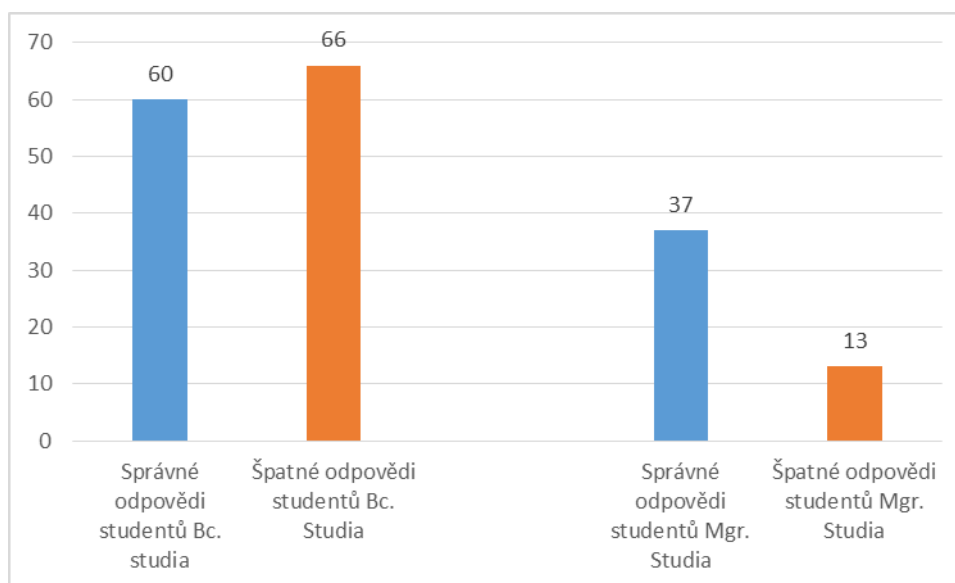
- A) 18. května 1942
- B) 26. ledna 1943
- C) 12. prosince 1944
- D) 16. července 1945**

Na obrázku 17 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 18 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 17: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 97 respondentů (55 %). Tuto otázku označilo špatně 66 studentů bakalářského studia a pouze 13 studentů navazujícího magisterského studia.



Obrázek 18: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 7: Co se vytvoří po výbuchu jaderné bomby?

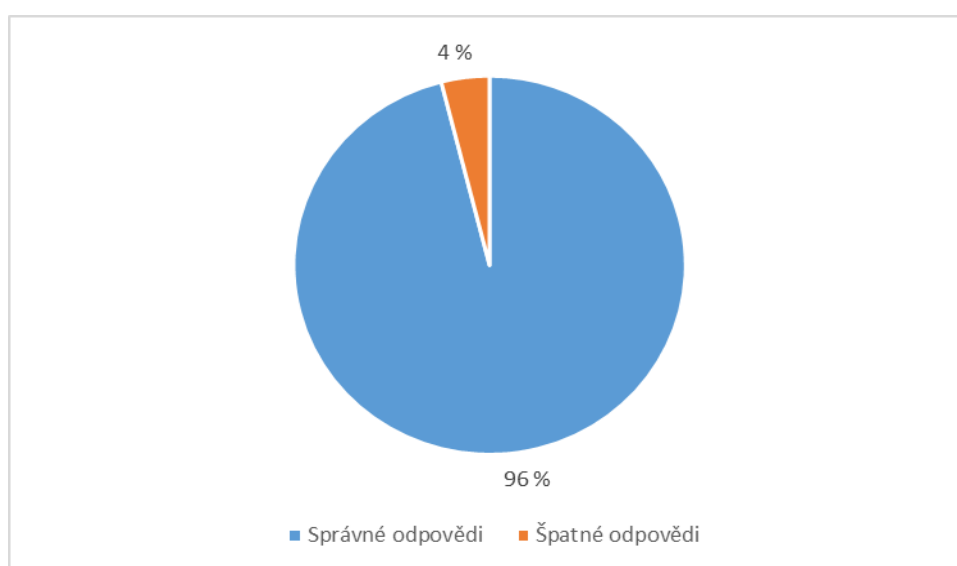
A) Zápach

B) Nic

C) Atomový hřib

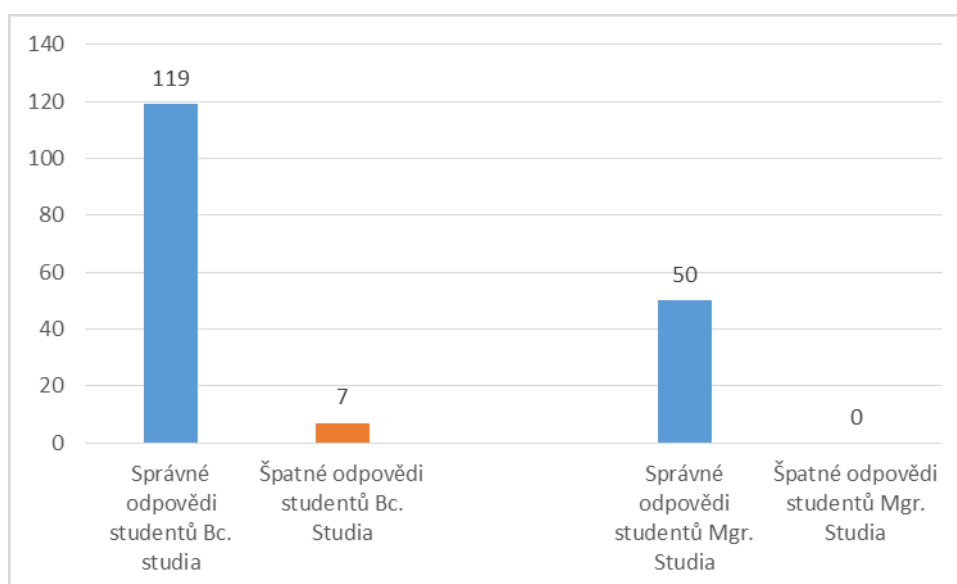
D) Černé mraky

Na obrázku 19 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 20 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 19: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 169 respondentů (96 %). Pouze studenti bakalářského studia označili chybnou odpověď (4 %).

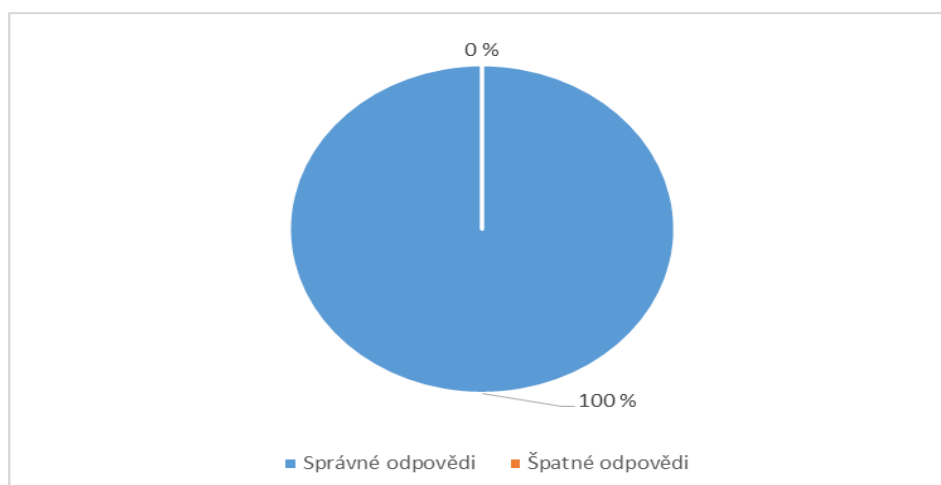


Obrázek 20: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 8: Která Japonská města byla bombardována?

- A) Kawasaki, Yokohama
- B) Kokura, Kjóto
- C) Hirošima, Nagasaki**
- D) Tokyo, Nigaata

Na obrázku 21 je zastoupení správných a špatných odpovědí.



Obrázek 21: zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum.

Správnou odpověď označilo všech 176 respondentů (100 %).

Otázka č. 9: Kdy byla Japonská města bombardována?

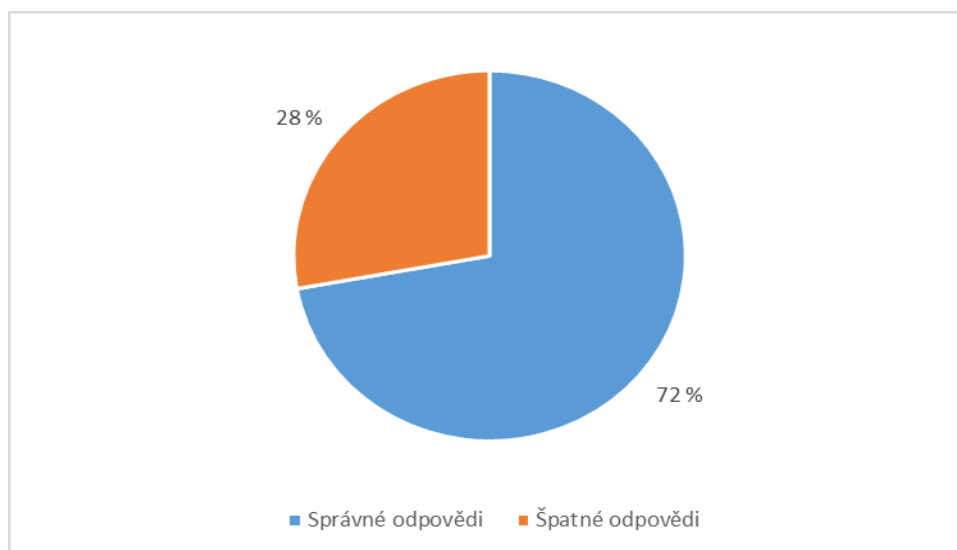
A) 2. a 8. května 1944

B) 6. a 9. srpna 1945

C) 12. a 17. března 1945

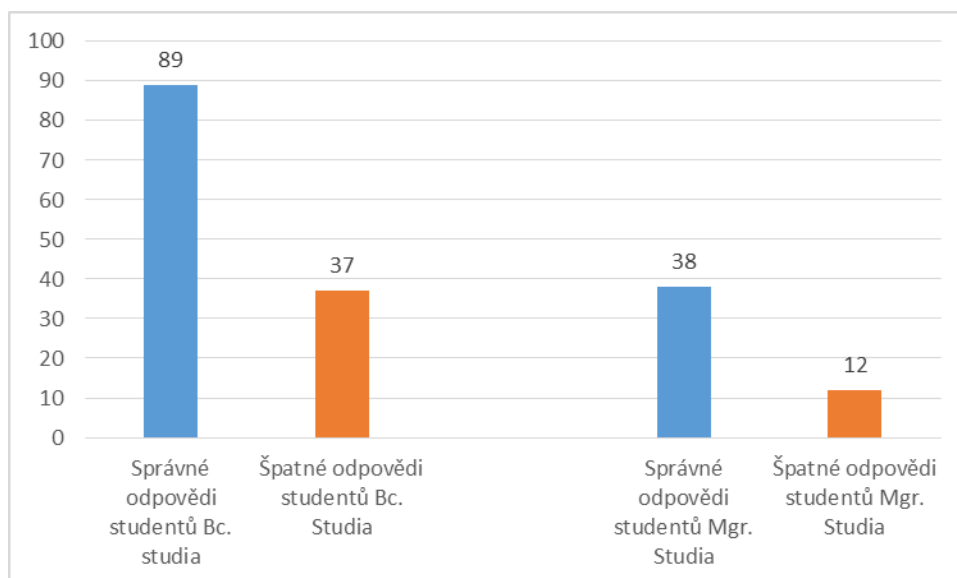
D) 7. a 8. září 1945

Na obrázku 22 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 23 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 22: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Devátou otázku „kdy byla bombardována japonská města“, správně označilo 127 respondentů (72 %), což je 89 studentů bakalářského studia a 38 studentů navazujícího magisterského studia, 49 respondentů označilo chybnou odpověď (28 %).

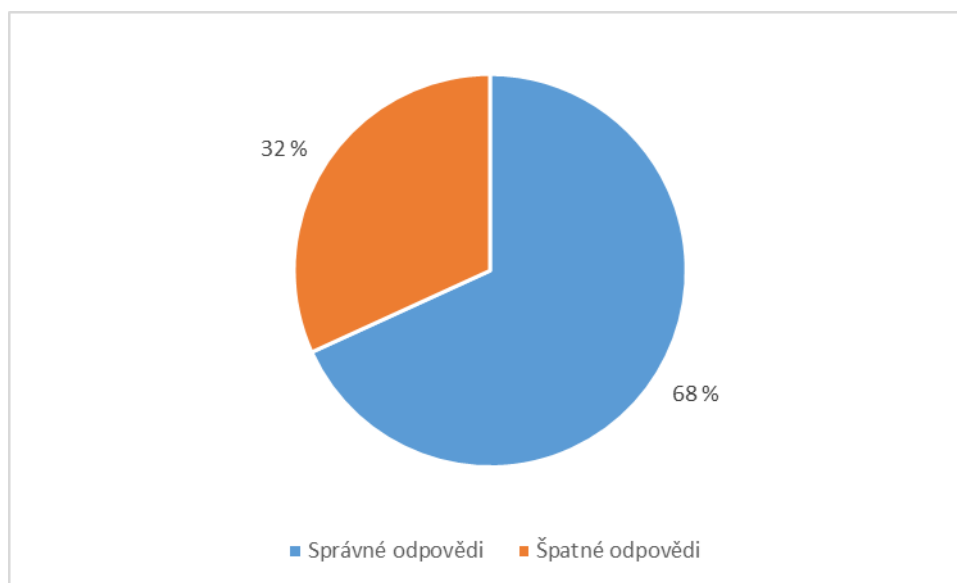


Obrázek 23: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 10: Jak se jmenovali bomby, kterými bombardovali japonská města?

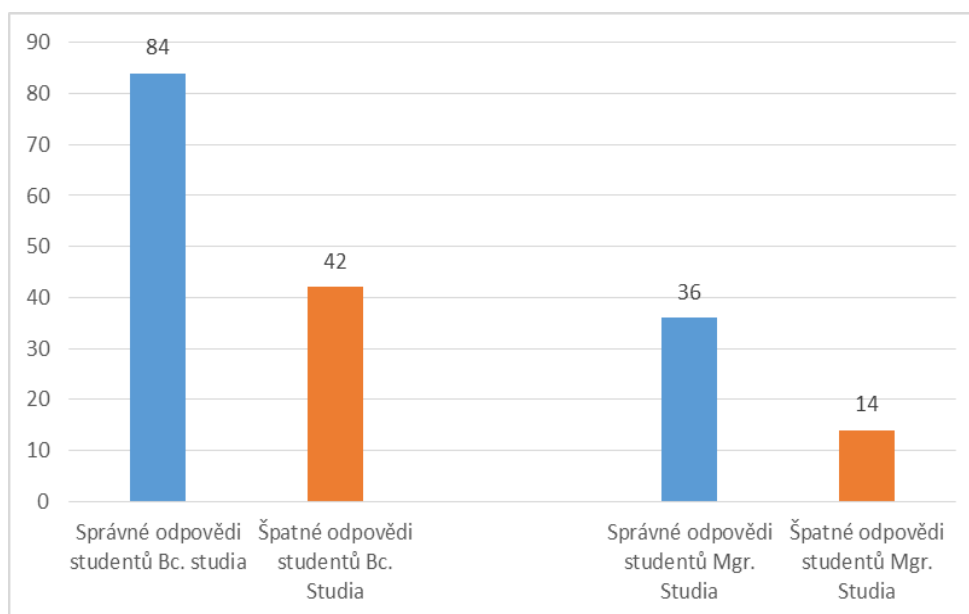
- A) Little Man a Big Boy
- B) Fat Man a Little Boy**
- C) Old Man a Young Boy
- D) Slim Man a Fat Boy

Na obrázku 24 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 25 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 24: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 68 % respondentů, tj. 120 studentů (84 studentů bakalářského studia, 14 studentů navazujícího magisterského studia). Zbýlých 56 respondentů označilo chybnou odpověď (32 %).

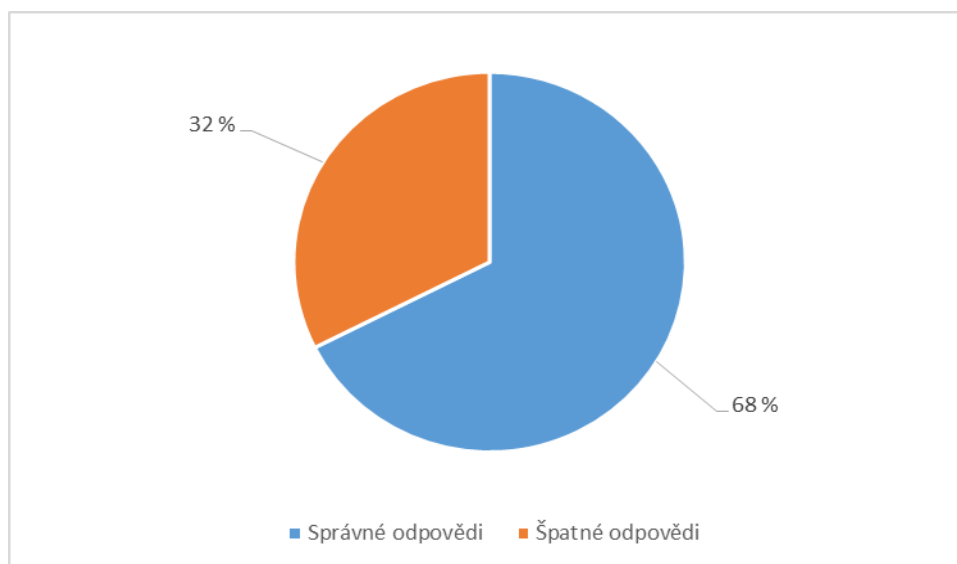


Obrázek 25: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 11: Kdy se Sovětskému svazu podařilo sestrojít jadernou zbraň?

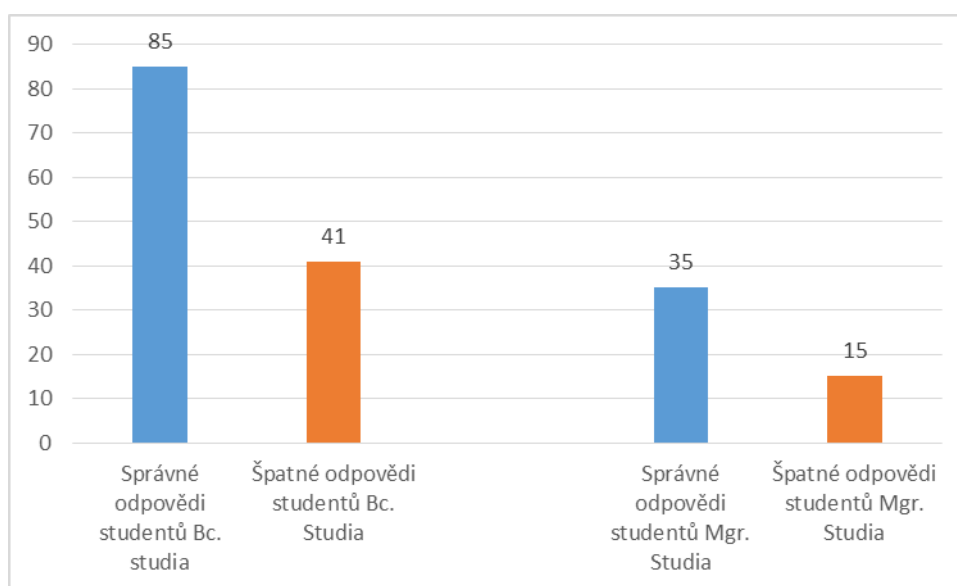
- A) V roce 1944
- B) V roce 1942
- C) V roce 1960
- D) V roce 1949**

Na obrázku 26 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 27 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 26: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď vědělo 41 studentů bakalářského studia a 35 studentů navazujícího magisterského studia (68 %) Zbylých 56 studentů označilo chybnou odpověď (32 %).

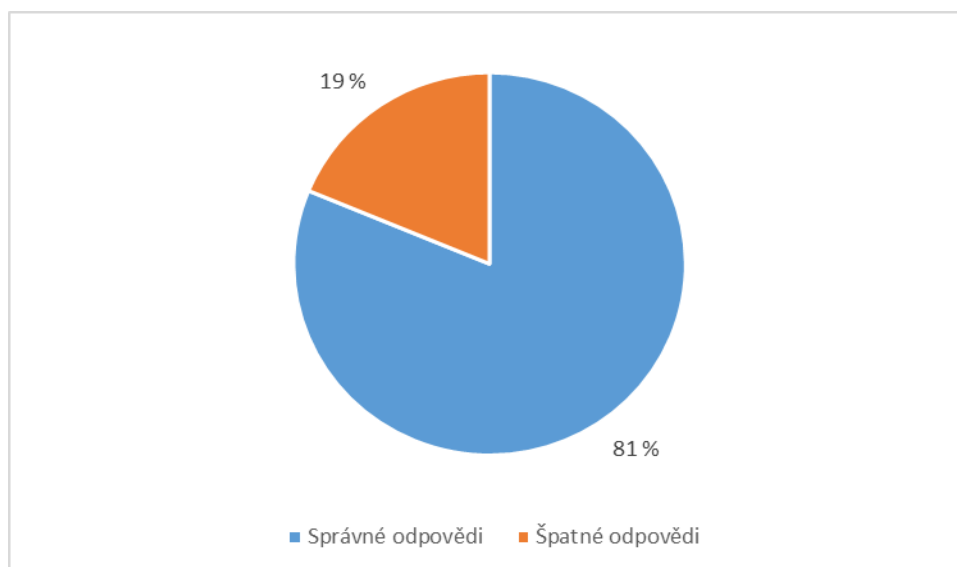


Obrázek 27: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 12: Kdo jako třetí vstoupil do atomového klubu?

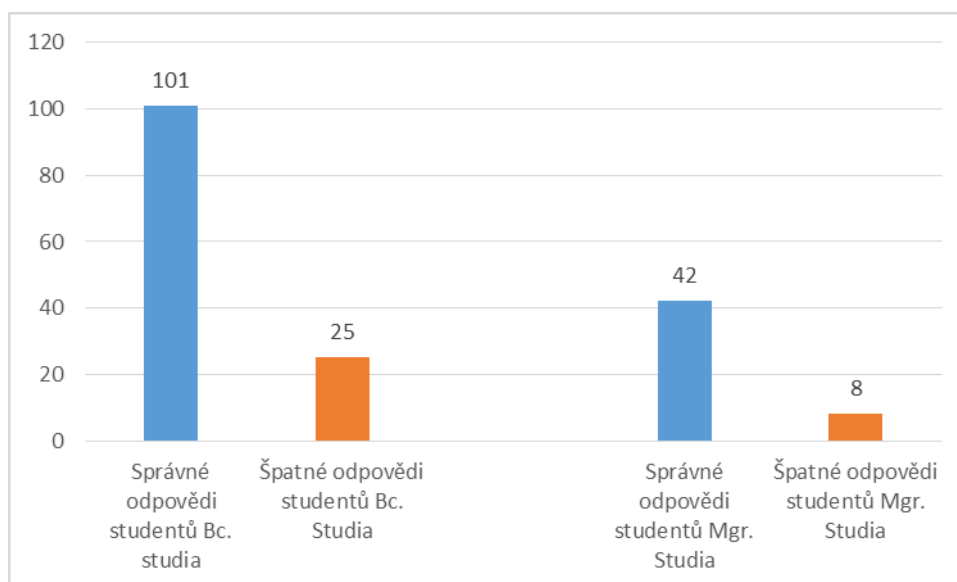
- A) Velká Británie
- B) Německo
- C) Austrálie
- D) Česká republika

Na obrázku 28 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 29 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 28: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 81 %, což je 143 respondentů (101 studentů bakalářského studia, 42 studentů navazujícího magisterského studia), 33 respondentů (25 studentů bakalářského studia a 8 studentů navazujícího magisterského studia) označilo chybnou odpověď (19 %).



Obrázek 29: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum.

Otázka č. 13: Kdo provedl nejvíc jaderných testů?

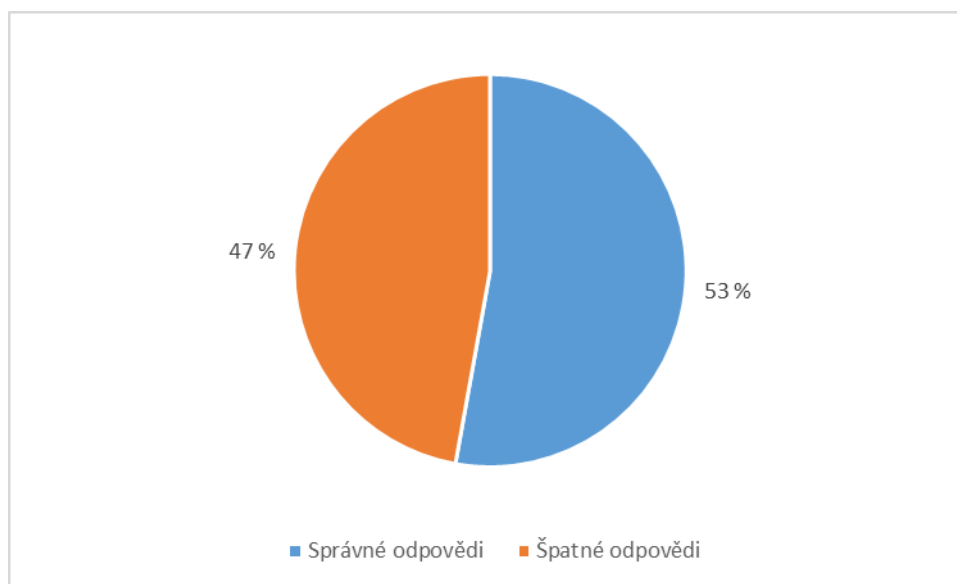
A) SSSR

B) USA

C) Čína

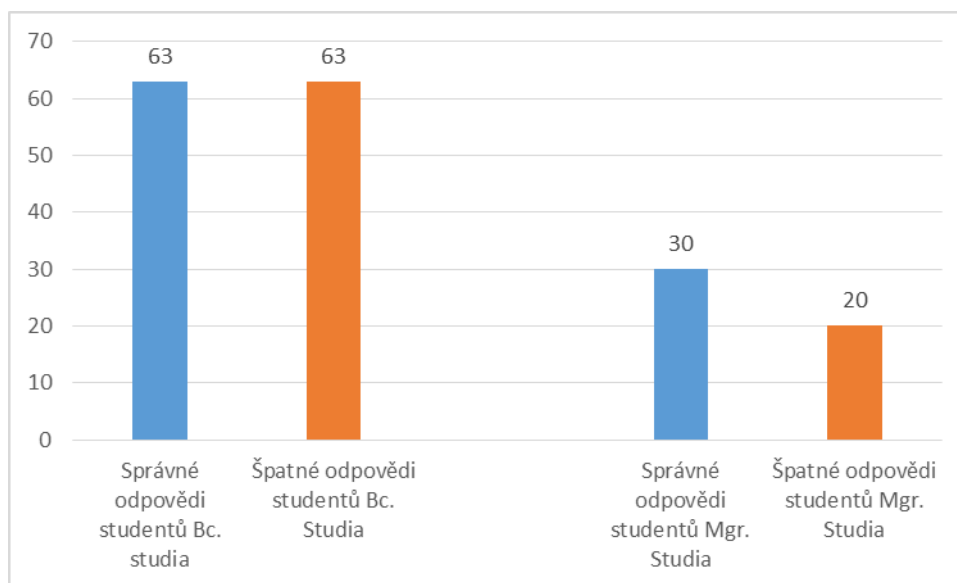
D) Velká Británie

Na obrázku 30 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 31 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 30: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

63 studentů bakalářského studia a 30 studentů navazujícího magisterského studia ví, který stát provedl nejvíce jaderných testů (53 %), zatímco 83 studentů neví, který stát provedl nejvíce jaderných testů (47 %).

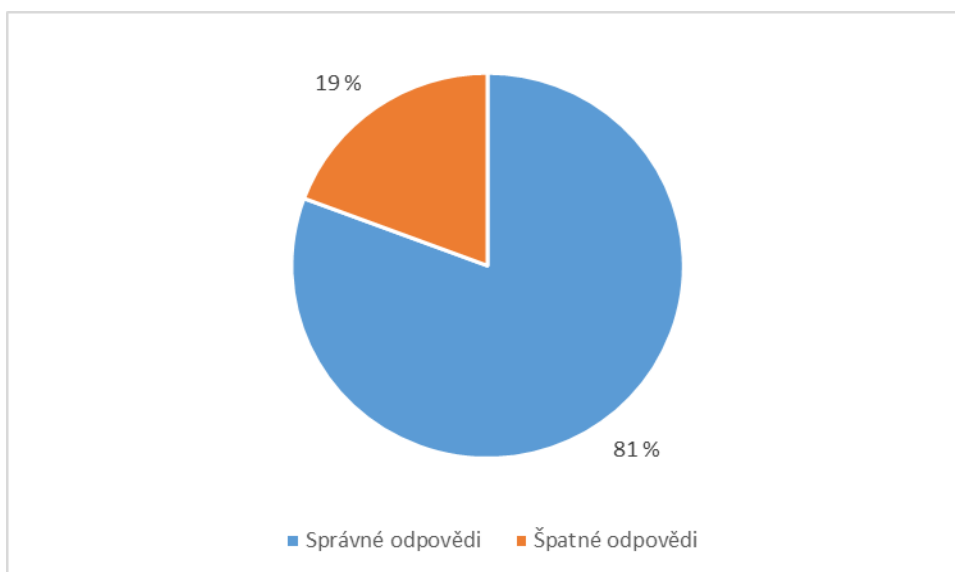


Obrázek 31: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Otázka č. 14: Které radionuklidy se využívají u štěpných jaderných zbraní?

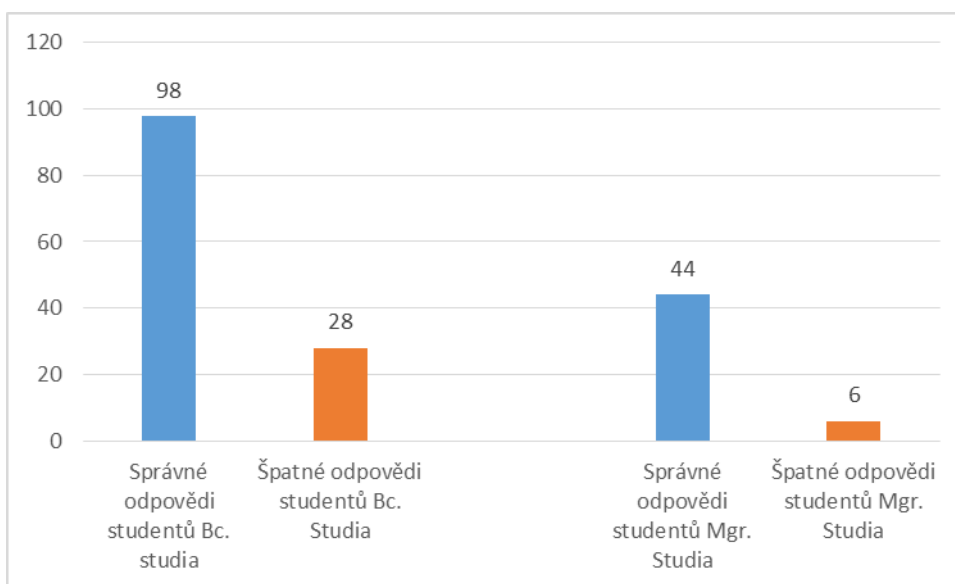
- A) ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{90}Sr
- B) ^{131}I , ^{137}Ba , ^{14}C
- C) ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu**
- D) ^{137}Cs , ^{14}C , ^{60}Co

Na obrázku 32 je zastoupení správných a špatných odpovědí a na obrázku 33 je rozdělení odpovědí dle studijních programů.



Obrázek 32: Zastoupení správných a špatných odpovědí; zdroj – vlastní výzkum

Správnou odpověď označilo 81 %, tj. 142 respondentů (101 studentů bakalářského studia, 42 studentů navazujícího magisterského studia) 34 respondentů označilo chybnou odpověď (19 %).



Obrázek 33: Rozdělení odpovědí dle studijních programů; zdroj – vlastní výzkum

Tabulka 9: Výsledky bez rozlišení oboru.

Počet správných odpovědí	Počet respondentů	Procentuální vyjádření	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka
0	0	0 %	8,43	6,73	2,59
1	0	0 %			
2	0	0 %			
3	7	3,98 %			
4	6	3,41 %			
5	13	7,39 %			
6	17	9,66 %			
7	18	10,23 %			
8	21	11,93 %			
9	36	20,45 %			
10	22	12,50 %			
11	14	7,95 %			
12	10	5,68 %			
13	9	5,11 %			
14	3	1,70 %			

Tabulka 10: Výsledky respondentů bakalářského oboru.

Počet správných odpovědí	Počet respondentů	Procentuální vyjádření	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka
0	0	0 %	7,67	5,1	2,26
1	0	0 %			
2	0	0 %			
3	7	5,56 %			
4	6	4,76 %			
5	13	10,32 %			
6	14	11,11 %			
7	15	11,90 %			
8	15	11,90 %			
9	34	26,98 %			
10	17	13,49 %			
11	1	0,79 %			
12	2	1,59 %			
13	2	1,59 %			
14	0	0 %			

Tabulka 11: Výsledky respondentů magisterského oboru.

Počet správných odpovědí	Počet respondentů	Procentuální vyjádření	Průměr	Rozptyl	Směrodatná odchylka
0	0	0	10,64	6,1	2,47
1	0	0			
2	0	0			
3	0	0 %			
4	0	0 %			
5	0	0 %			
6	3	6 %			
7	3	6 %			
8	6	12 %			
9	2	4 %			
10	5	10 %			
11	13	26 %			
12	8	16 %			
13	7	14 %			
14	3	6 %			

4.2 Statistické zpracování výsledků dotazníkového šetření

4.2.1 Statistické zpracování výsledků studentů bakalářského studia

a) Formulace statistického šetření

Vymezení základních pojmů:

HNJ měření znalostí studentů bakalářského studia oboru ochrany obyvatelstva

SJ student

SZ rozsah znalostí studentů

HSZ rozsah znalostí studentů (0 – 14 bodů)

ZSS 126 studentů

b) Škálování a měření

Bylo provedeno 126 měření. Pomocí Sturgesova pravidla bylo zvoleno 7 prvků škály.

k počet prvků škály

n počet statistických jednotek

Sturgesovo pravidlo: $k = 1 + 3,3 \log n$

$$k = 1 + 3,3 \log_{126}$$

$$k = 7,93$$

1. škála (2 body a méně)
2. škála (3 až 4 body)
3. škála (5 až 6 bodů)
4. škála (7 až 8 bodů)
5. škála (9 až 10 bodů)
6. škála (11 až 12 bodů)
7. škála (13 bodů a více)

c) elementární statistické zpracování

c1) tabulka

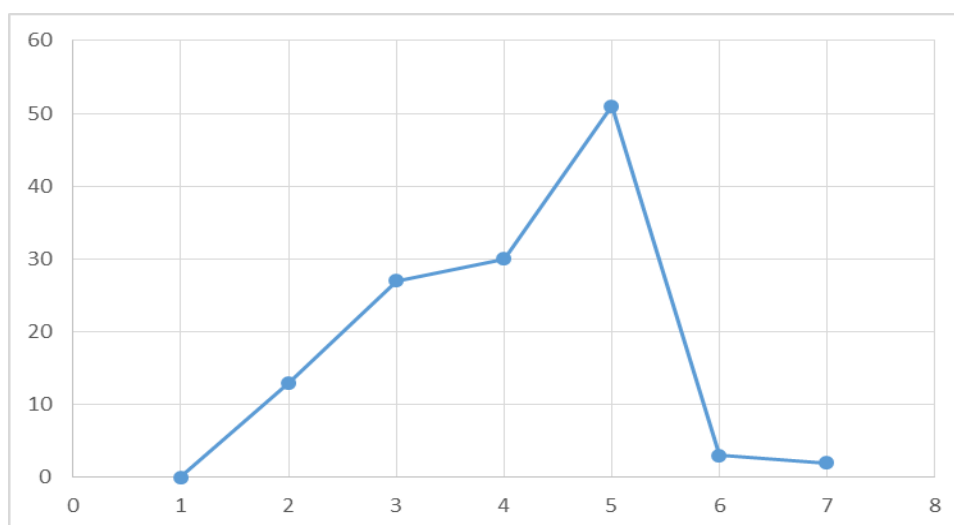
V tabulce 12 a 13 jsou výsledky elementárního statistického zpracování

Tabulka 12: Tabulka elementárního statistického zpracování

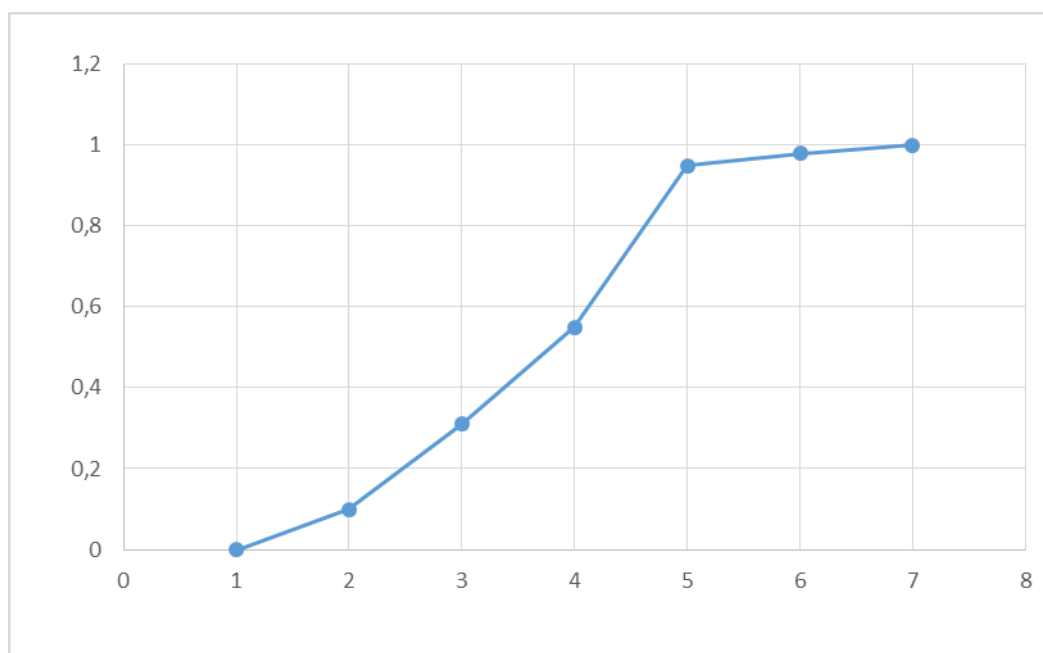
x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$n_i x_i^1$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$
1	$(-\infty;2)$	1	0	0	0	0	0	0	0
2	(3;4)	3,5	13	0,10	0,10	45,5	159	557	1951
3	(5;6)	5,5	27	0,21	0,31	148,5	817	4492	24707
4	(7;8)	7,5	30	0,24	0,55	225	1688	12656	94922
5	(9;10)	9,5	51	0,40	0,95	484,5	4603	43726	415398
6	(11;12)	11,5	3	0,03	0,98	34,5	397	4562	52470
7	(12; ∞)	14	2	0,02	1	28	392	5488	76832
			$\Sigma 126$	$\Sigma 1$		$\Sigma 966$	$\Sigma 8055$	$\Sigma 71482,5$	$\Sigma 666279,75$

c2) empirické rozdělení četností

Na obrázku 34 je znázorněn polygon absolutních četností a na obrázku 35 Polygon kumulativních četností.



Obrázek 34: Polygon absolutních četností (studenti bakalářského studia); zdroj – vlastní výzkum



Obrázek 35: Polygon kumulativních četností (studenti bakalářského studia); zdroj – vlastní výzkum

c3) empirické parametry

$$O_1(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \bar{x} = 7,67$$

$$O_2(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 = 63,93$$

$$O_3(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^3 = 567,32$$

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

$$C_2 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 - O_1^2 = 5,1$$

$$S_x = \sqrt{C_2} = 2,26$$

$$N_3 = \frac{O_3 - 3O_2 O_1 + 2O_1^3}{C_2 \sqrt{C_2}} = -0,110$$

d) neparametrické testování - Pearsonův χ^2 -test

Tabulka 13: Tabulka elementárního statistického zpracování

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	Σ n_i/n	n_i x_i¹	n_i x_i²	n_i x_i³	n_i x_i⁴
1	(-∞;2)	1	0	0	0	0	0	0	0
2	(3;4)	3,5	13	0,10	0,10	45,5	159	557	1951
3	(5;6)	5,5	27	0,21	0,31	148,5	817	4492	24707
4	(7;8)	7,5	30	0,24	0,55	225	1688	12656	94922
5	(9;10)	9,5	51	0,40	0,95	484,5	4603	43726	415398
6	(11;12)	11,5	3	0,03	0,98	34,5	397	4562	52470
7	(12;∞)	14	2	0,02	1	28	392	5488	76832

Sloupce, které nejsou využitelné pro výpočet, byly vyloučeny, viz tabulka 14.

Tabulka 14: Přehled důležitých hodnot pro neparametrické testování

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i
1	(-∞;2)	1	0
2	(3;4)	3,5	13
3	(5;6)	5,5	27
4	(7;8)	7,5	30
5	(9;10)	9,5	51
6	(11;12)	11,5	3
7	(12;∞)	14	2

Prvním krokem k výpočtu χ^2 testu je výpočet u_i .

$$u_i = \frac{x_i - \mu}{Sx}$$

$$u_1 = \frac{2 - 7,67}{2,26}$$

$$u_1 = -2,50$$

$$u_5 = \frac{10 - 7,67}{2,26}$$

$$u_5 = 1,03$$

$$u_2 = \frac{4 - 7,67}{2,26}$$

$$u_2 = -1,62$$

$$u_6 = \frac{12 - 7,67}{2,26}$$

$$u_6 = 1,92$$

$$u_3 = \frac{6 - 7,67}{2,26}$$

$$u_3 = -0,72$$

$$u_7 = \frac{\infty - 7,67}{2,26}$$

$$u_7 = \infty$$

$$u_4 = \frac{8 - 7,67}{2,26}$$

$$u_4 = 0,15$$

K výsledkům u_i se ze statistických tabulek vyhledají příslušné hodnoty Φ_{u_i} . Statistické tabulky obsahují hodnoty Φ_{u_i} pouze pro kladná u_i . Pokud je u_i záporné, hodnota Φ_{u_i} se určí tak, že vyhledáme jeho kladnou hodnotu, kterou odečteme od čísla 1.

$$\Phi_{u_1} = 1 - 0,99379 = 0,00621$$

$$\Phi_{u_2} = 1 - 0,94738 = 0,05262$$

$$\Phi_{u_3} = 1 - 0,77035 = 0,22965$$

$$\Phi_{u_4} = 0,55962$$

$$\Phi_{u_5} = 0,84850$$

$$\Phi_{u_6} = 0,97257$$

$$\Phi_{u_7} = 1$$

Následně jsou dopočítány hodnoty pravděpodobnostní funkce $p_i = \Phi_{u_i} - \Phi_{u_{i-1}}$ a teoretického absolutního rozdělení četností $np_i = 126 * p_i$.

$$p_1 = \Phi_{u_1}$$

$$p_1 = 0,00621$$

$$p_4 = \Phi_{u_4} - \Phi_{u_3}$$

$$p_4 = 0,32997$$

$$p_2 = \Phi_{u_2} - \Phi_{u_1}$$

$$p_2 = 0,04641$$

$$p_5 = \Phi_{u_5} - \Phi_{u_4}$$

$$p_5 = 0,28888$$

$$p_3 = \Phi_{u_3} - \Phi_{u_2}$$

$$p_3 = 0,17703$$

$$p_6 = \Phi_{u_6} - \Phi_{u_5}$$

$$p_6 = 0,12407$$

$$p_7 = \Phi_{u_7} - \Phi_{u_6}$$

$$p_7 = 0,02743$$

$$np_1 = 126 * 0,00621 = 0,78$$

$$np_2 = 126 * 0,04641 = 5,85$$

$$np_3 = 126 * 0,17703 = 22,31$$

$$np_4 = 126 * 0,32997 = 41,58$$

$$np_5 = 126 * 0,28888 = 36,40$$

$$np_6 = 126 * 0,12407 = 15,63$$

$$np_7 = 126 * 0,02743 = 3,46$$

Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 15.

Tabulka 15: Přehled výpočtů χ^2 testu

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	u_i	Φ_{u_i}	p_i	np_i
1	(-∞;2)	1	0	- 2,50	0,00621	0,00621	0,78
2	(3;4)	3,5	13	- 1,62	0,05262	0,04641	5,85
3	(5;6)	5,5	27	- 0,72	0,22965	0,17703	22,31
4	(7;8)	7,5	30	0,15	0,55962	0,32997	41,58
5	(9;10)	9,5	51	1,03	0,84850	0,28888	36,40
6	(11;12)	11,5	3	1,92	0,97257	0,12407	15,63
7	(12;∞)	14	2	∞	1	0,02743	3,46

Z tabulky vyplývá, že prvky škály x_1 a x_7 nesplňují podmínku, že absolutní četnost v každé škále musí být větší nebo rovna 5. Proto je v další tabulce (tabulka 16) nutné škály x_1 a x_2 sloučit do jedné. To je nutné udělat i u škály x_6 a x_7 .

Tabulka 16: Tabulka splňující podmínku χ^2 testu.

X_i	X_i (a;b)	X_i střed (a;b)	n_i	np_i
1, 2	$(-\infty; 4>$	1	13	6,63
3	$<5; 6>$	5,5	27	22,31
4	$<7; 8>$	7,5	30	41,58
5	$<9; 10>$	9,5	51	36,40
6, 7	$<11; \infty)$	14	5	19,09

Konečný pomocný výpočet, který nám pomůže stanovit experimentální hodnoty testového kritéria χ^2_{exp} .

$$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

$$\frac{(n_{1,2} - np_{1,2})^2}{np_{1,2}} = \frac{(13 - 6,63)^2}{6,63} = 6,12$$

$$\frac{(n_3 - np_3)^2}{np_3} = \frac{(27 - 22,31)^2}{22,31} = 0,99$$

$$\frac{(n_4 - np_4)^2}{np_4} = \frac{(30 - 41,58)^2}{41,58} = 3,22$$

$$\frac{(n_5 - np_5)^2}{np_5} = \frac{(51 - 36,40)^2}{36,40} = 5,86$$

$$\frac{(n_{6,7} - np_{6,7})^2}{np_{6,7}} = \frac{(5 - 19,09)^2}{19,09} = 10,40$$

Po sečtení těchto hodnot byla zjištěna experimentální hodnota testového kritéria.

$$\chi^2_{exp} = \sum_{i=0}^n \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \quad \chi^2_{exp} = 26,59$$

Experimentální testové kritérium χ^2_{exp} je dále nutné porovnat s $\chi^2_{\text{teoretické}}$, odkud už můžeme použít aparát nulových a alternativních hypotéz.

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_{k-r-1}$$

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_{5-2-1}$$

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_2$$

Kritický obor W

$$W = \langle \chi^2_{\text{teoretické}}(\alpha/2); +\infty \rangle$$

$$W = \langle \chi^2_2(0,05); +\infty \rangle$$

$$W = \langle 5,99; +\infty \rangle$$

$\chi^2_{\text{exp}} \in W \Rightarrow$ Na hladině statistické významnosti $\alpha=0,05$ lze odmítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní.

4.2.2 Statistické zpracování výsledků studentů navazujícího magisterského studia

a) Formulace statistického šetření

Vymezení základních pojmů:

HNJ měření znalostí studentů bakalářského studia oboru ochrany obyvatelstva

SJ student

SZ rozsah znalostí studentů

HSZ rozsah znalostí studentů (0 – 14 bodů)

ZSS 50 studentů

b) Škálování a měření

Bylo provedeno 50 měření.

Pomocí Sturgesova pravidla bylo zvoleno 7 prvků škály.

k počet prvků škály

n počet statistických jednotek

Sturgesovo pravidlo: $k = 1 + 3,3 \log n$

$k = 1 + 3,3 \log_{50}$

$k = 6,60$

1. škála (2 body a méně)

2. škála (3 až 4 body)

3. škála (5 až 6 bodů)

4. škála (7 až 8 bodů)

5. škála (9 až 10 bodů)

6. škála (11 až 12 bodů)

7. škála (13 bodů a více)

c) elementární statistické zpracování

c1) tabulka

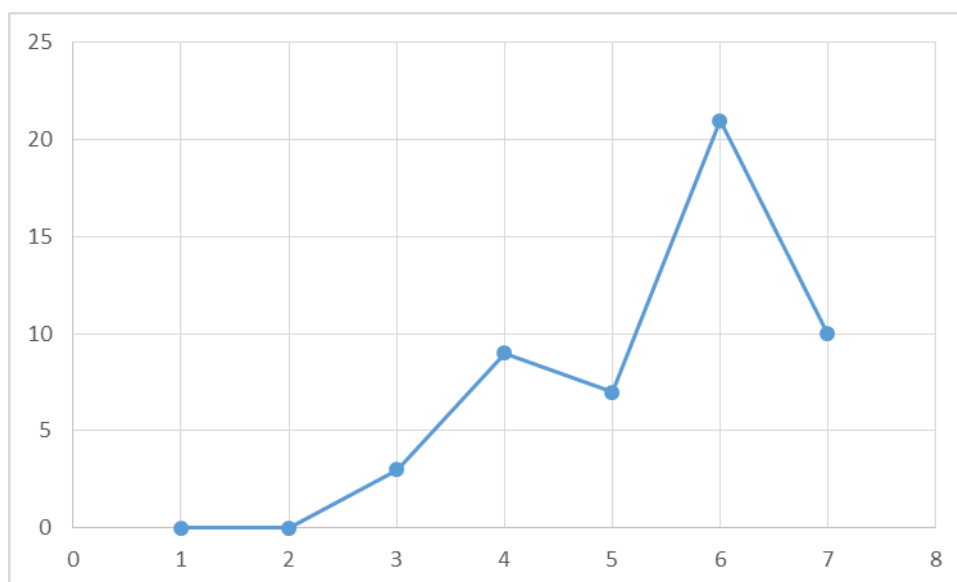
V tabulce 17 a 18 jsou výsledky elementárního statistického zpracování.

Tabulka 17: Tabulka elementárního statistického zpracování.

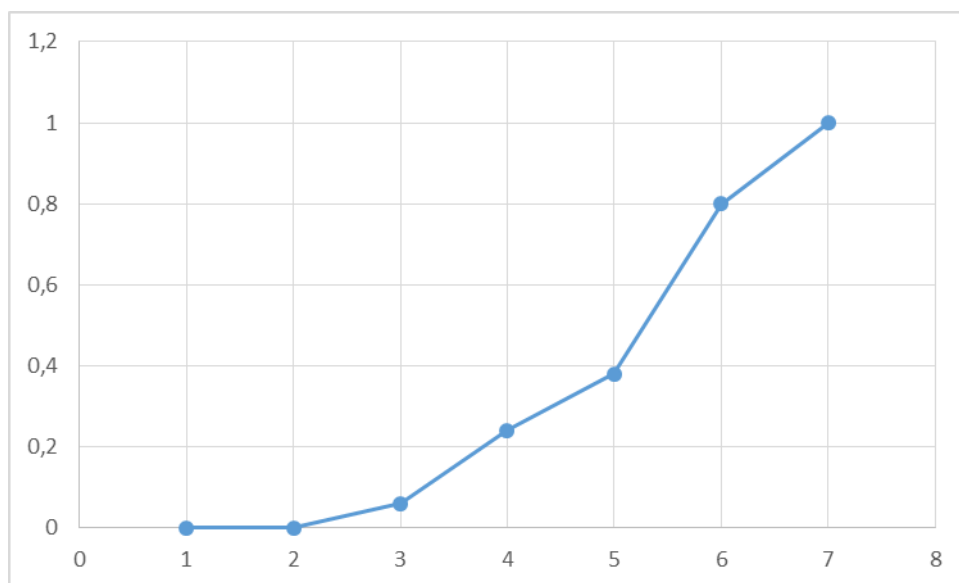
x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	$\Sigma n_i/n$	$n_i x_i^1$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$
1	$(-\infty;2)$	1	0	0	0	0	0	0	0
2	(3;4)	3,5	0	0	0	0	0	0	0
3	(5;6)	5,5	3	0,06	0,06	16,5	90,8	499,4	2746,7
4	(7;8)	7,5	9	0,18	0,24	67,5	506,3	3797,3	28479,8
5	(9;10)	9,5	7	0,14	0,38	66,5	631,8	6002,1	57020
6	(11;12)	11,5	21	0,42	0,8	241,5	2777,3	31939	367298,5
7	(12; ∞)	14	10	0,2	1	140	1960	27440	384160

c2) empirické rozdělení četností

Na obrázku 36 je znázorněn polygon absolutních četností a na obrázku 37 Polygon kumulativních četností.



Obrázek 36: Polygon absolutních četností (studenti navazujícího magisterského studia); zdroj – vlastní výzkum



Obrázek 37: Polygon kumulativních četností (studenti navazujícího magisterského studia); zdroj – vlastní výzkum

c3) empirické parametry

$$O_1(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \bar{x} = 10,64$$

$$O_2(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 = 119,324$$

$$O_3(x) = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^3 = 1393,556$$

$$C_2 = O_2 - O_1^2$$

$$C_2 = \frac{1}{n} \sum n_i x_i^2 - O_1^2 = 6,1$$

$$S_x = \sqrt{C_2} = 2,47$$

$$N_3 = \frac{O_3 - 3O_2 O_1 + 2O_1^3}{C_2 \sqrt{C_2}} = -6,166$$

d) neparametrické testování - Pearsonův χ^2 -test

Tabulka 18: Tabulka elementárního statistického zpracování.

X_i	X_i (a;b)	X_i střed (a;b)	n_i	n_i/n	Σ n_i/n	$n_i X_i^1$	$n_i X_i^2$	$n_i X_i^3$	$n_i X_i^4$
1	$(-\infty;2)$	1	0	0	0	0	0	0	0
2	(3;4)	3,5	0	0	0	0	0	0	0
3	(5;6)	5,5	3	0,06	0,06	16,5	90,8	499,4	2746,7
4	(7;8)	7,5	9	0,18	0,24	67,5	506,3	3797,3	28479,8
5	(9;10)	9,5	7	0,14	0,38	66,5	631,8	6002,1	57020
6	(11;12)	11,5	21	0,42	0,8	241,5	2777,3	31939	367298,5
7	(12; ∞)	14	10	0,2	1	140	1960	27440	384160
			$\Sigma 50$	$\Sigma 1$		$\Sigma 532$	$\Sigma 5966,2$	$\Sigma 69677,8$	$\Sigma 839705$

Sloupce, které nejsou využitelné pro výpočet, byly vyloučeny, viz tabulka 19.

Tabulka 19: Přehled důležitých hodnot pro neparametrické testování

X_i	X_i (a;b)	X_i střed (a;b)	n_i
1	$(-\infty;2)$	1	0
2	(3;4)	3,5	0
3	(5;6)	5,5	3
4	(7;8)	7,5	9
5	(9;10)	9,5	7
6	(11;12)	11,5	21
7	(12; ∞)	14	10

Prvním krokem k výpočtu χ^2 testu je výpočet u_i .

$$u = \frac{x_i - \mu}{S_x}$$

$$u_1 = \frac{2 - 10,64}{2,47}$$

$$u_1 = -3,50$$

$$u_5 = \frac{10 - 10,64}{2,47}$$

$$u_5 = -0,26$$

$$u_2 = \frac{4 - 10,64}{2,47}$$

$$u_2 = -2,68$$

$$u_6 = \frac{12 - 10,64}{2,47}$$

$$u_6 = 0,55$$

$$u_3 = \frac{6 - 10,64}{2,47}$$

$$u_3 = -1,88$$

$$u_7 = \frac{\infty - 10,64}{2,47}$$

$$u_7 = \infty$$

$$u_4 = \frac{8 - 10,64}{2,47}$$

$$u_4 = -1,07$$

K výsledkům u_i se ze statistických tabulek vyhledají příslušné hodnoty Φ_{u_i} . Statistické tabulky obsahují hodnoty Φ_{u_i} pouze pro kladná u_i . Pokud je u_i záporné, hodnota Φ_{u_i} se určí tak, že vyhledáme jeho kladnou hodnotu, kterou odečteme od čísla 1.

$$\Phi_{u_1} = 1 - 0,99977 = 0,00023$$

$$\Phi_{u_2} = 1 - 0,99632 = 0,00368$$

$$\Phi_{u_3} = 1 - 0,96995 = 0,03005$$

$$\Phi_{u_4} = 1 - 0,85769 = 0,14231$$

$$\Phi_{u_5} = 1 - 0,60257 = 0,39743$$

$$\Phi_{u_6} = 0,70884$$

$$\Phi_{u_7} = 1$$

Následně jsou dopočítány hodnoty pravděpodobnostní funkce $p_i = \Phi_{u_i} - \Phi_{u_{i-1}}$ a teoretického absolutního rozdělení četností $np_i = 50 * p_i$.

$$p_1 = \Phi_{u_1}$$

$$p_1 = 0,00023$$

$$p_2 = \Phi_{u_2} - \Phi_{u_1}$$

$$p_2 = 0,00345$$

$$p_3 = \Phi_{u_3} - \Phi_{u_2}$$

$$p_3 = 0,02637$$

$$p_4 = \Phi_{u_4} - \Phi_{u_3}$$

$$p_4 = 0,11226$$

$$p_5 = \Phi_{u_5} - \Phi_{u_4}$$

$$p_5 = 0,25512$$

$$p_6 = \Phi_{u_6} - \Phi_{u_5}$$

$$p_6 = 0,31141$$

$$p_7 = \Phi_{u_7} - \Phi_{u_6}$$

$$p_7 = 0,29116$$

$$np_1 = 50 * 0,00023 = 0,0115$$

$$np_2 = 50 * 0,00345 = 0,1725$$

$$np_3 = 50 * 0,02637 = 3,185$$

$$np_4 = 50 * 0,11226 = 5,613$$

$$np_5 = 50 * 0,25512 = 12,756$$

$$np_6 = 50 * 0,31141 = 15,5705$$

$$np_7 = 50 * 0,29116 = 14,558$$

Vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20: Přehled výpočtů χ^2 testu

x_i	x_i (a;b)	x_i střed (a;b)	n_i	u_i	Φu_i	p_i	np_i
1	$(-\infty; 2)$	1	0	- 3,50	0,00023	0,00023	0,0115
2	(3;4)	3,5	0	- 2,68	0,00368	0,00345	0,1725
3	(5;6)	5,5	3	- 1,88	0,03005	0,02637	3,185
4	(7;8)	7,5	9	- 1,07	0,14231	0,11226	5,613
5	(9;10)	9,5	7	- 0,26	0,39743	0,25512	12,756
6	(11;12)	11,5	21	0,55	0,70884	0,31141	15,5705
7	(12; ∞)	14	10	∞	1	0,29116	14,558

Z tabulky vyplývá, že prvky škály x_1 , x_2 , x_3 a x_4 nesplňují podmínku, že absolutní četnost v každé škále musí být větší nebo rovna 5. Proto je v další tabulce (tabulka 21) nutné škály x_1 , x_2 , x_3 a x_4 sloučit do jedné.

Tabulka 21: Tabulka splňující podmínku χ^2 testu.

X_i	X_i (a;b)	X_i střed (a;b)	n_i	np_i
1, 2, 3, 4	$(-\infty; 8>$	1	12	8,982
5	$<9; 10>$	9,5	7	12,756
6	$<11; 12>$	11,5	21	15,5705
7	$<12; \infty)$	14	10	14,558

Konečný pomocný výpočet, který nám pomůže stanovit experimentální hodnoty testového kritéria χ^2_{exp} .

$$\frac{(n_i - np_i)^2}{np_i}$$

$$\frac{(n_{1,2,3,4} - np_{1,2,3,4})^2}{np_{1,2,3,4}} = \frac{(12 - 8,982)^2}{8,982} = 1,01$$

$$\frac{(n_5 - np_5)^2}{np_5} = \frac{(7 - 12,756)^2}{12,756} = 2,59$$

$$\frac{(n_6 - np_6)^2}{np_6} = \frac{(21 - 15,5705)^2}{15,5705} = 1,89$$

$$\frac{(n_7 - np_7)^2}{np_7} = \frac{(10 - 14,558)^2}{14,558} = 1,42$$

Po sečtení těchto hodnot byla zjištěna experimentální hodnota testového kritéria.

$$\chi^2_{exp} = \sum_{i=0}^n \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} \qquad \chi^2_{exp} = 6,91$$

Experimentální testové kritérium χ^2_{exp} je dále nutné porovnat s $\chi^2_{teoretické}$, odkud už můžeme použít aparát nulových a alternativních hypotéz.

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_{k-r-1}$$

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_{4-2-1}$$

$$\chi^2_{\text{teoretické}} = \chi^2_1$$

Kritický obor W

$$W = \langle \chi^2_{\text{teoretické}} (\alpha/2); +\infty \rangle$$

$$W = \langle \chi^2_2 (0,05); +\infty \rangle$$

$$W = \langle 3,84; +\infty \rangle$$

$\chi^2_{\text{exp}} \in W \Rightarrow$ Na hladině statistické významnosti $\alpha=0,05$ lze odmítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní.

4.2.3 Porovnání znalostí studentů bakalářského a navazujícího magisterského studia

K tomu, abych zjistil, zda rozdíl mezi vědomostmi mezi studenty bakalářského a navazujícího magisterského studijního programu oboru Ochrana obyvatelstva je statisticky významný, byl použit dvouvýběrový t-test. Pro statistické hodnocení byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,05$.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 \quad H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

$$t_{\text{exp}} = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{(n_1 - 1)Sx^2 + (n_2 - 1)Sy^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$
$$t_{\text{exp}} = \frac{10,64 - 7,67}{\sqrt{(50 - 1)2,47^2 + (126 - 1)2,26^2}} \sqrt{\frac{50 \cdot 126(50 + 126 - 2)}{50 + 126}}$$

$$t_{\text{exp}} = 7,65$$

Kritický obor: $W = (-\infty; -t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2)) \cup (t_{n_1+n_2-2}(\alpha/2); \infty)$

$W = (-\infty; -t_{176}(0,025)) \cup (t_{176}(0,025); \infty)$

$t_{176}(0,025) = 1,96 \Rightarrow W = (-\infty; -1,96) \cup (1,96; +\infty)$

Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ lze zamítnout nulovou hypotézu H_0 . Rozdíl mezi znalostmi respondentů v první a druhé skupině je na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ statisticky významný.

5 Diskuze

Práce se zabývala historií, vývojem a použitím jaderných zbraní a jejich významem v dnešní době. Vzhledem k historickým souvislostem a možným rizikům použití jaderných zbraní v dnešní době je důležité, aby studenti oboru Ochrany obyvatelstva měli určité penzum znalostí týkajících se problematiky jaderných zbraní. Jelikož je tu určité riziko, že jaderné zbraně by mohly být zneužity, tak by měly studenti být informováni o účincích, následcích, a principech jaderných zbraní, aby byli případně připraveni řešit tyto krizové stavy a z toho důvodu, byly stanoveny následující hypotézy:

Znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení.

Znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia.

Na základě zjištěných faktů, které uvádím v teoretické části práce, si myslím, že riziko použití jaderných zbraní je v dnešní době stále aktuální. Hlavně proto, že se stalo mnoho případů, ve kterých došlo k nedodržování a porušování mezinárodních dohod. Takže nemáme jistotu, že se jaderné zbraně nemohou stát nástrojem pro použití násilí v budoucnu. Jaderné zbraně vlastní i nedemokratické státy, ve kterých převládá komunismus a autoritářský režim, nebo je u nich vládní nestabilita. Dokonce některé státy vlastní jadernou zbraň a nepodepsaly smlouvy. A samozřejmě v dnešní době je obrovské riziko, že se jaderné zbraně zmocní nějaká teroristická skupina, která nebude s použitím jaderných zbraní váhat. Jelikož jaderné zbraně patří ke zbraním hromadného ničení, tak jejich použití by mělo tragické následky, protože se domnívám, že jedno použití jaderné zbraně proti civilnímu obyvatelstvu by zapříčinilo sérii dalších výbuchů a mohlo by to vyústit až v jadernou válku a následky by byly katastrofální.

Ke zjištění a porovnání znalosti studentů oboru Ochrany obyvatelstva mezi bakalářským a magisterským studijním programem a následné potvrzení či vyvrácení stanovených hypotéz bylo provedeno dotazníkové šetření. Výzkumný soubor tvoří celkem 176 studentů z toho 126 studentů bakalářského studijního oboru a 50 studentů navazujícího magisterského studijního oboru.

Dotazník předložený studentům obsahoval 14 otázek zaměřených na problematiku jaderných zbraní.

Dotazníky potvrdily, že existuje určité všeobecné povědomí o použití jaderných zbraní v japonských městech ve druhé světové válce. V otázkách týkajících se prvního a jediného použití jaderných zbraní proti civilnímu obyvatelstvu studenti prokázali vysokou procentuální úspěšnost správných odpovědí. Ale zároveň z významného rozdílu špatných odpovědí mezi studenty navazujícího magisterského studia a studenty bakalářského studia, na otázku týkající se jaderného programu USA lze usuzovat, že studenti navazujícího magisterského studia mají vyšší povědomí o této problematice. Toto i potvrzuje otázka číslo 6, která se týkala testování první jaderné bomby, kdy studenti bakalářského studia ve více než polovině případů odpověděli nesprávně. Naproti tomu u studentů navazujícího magisterského studia byl poměr správných a špatných odpovědí opačný, pouze přibližně jedna třetina studentů odpověděla špatně. Naopak u otázky týkající se jaderného programu v Německu za druhé světové války studenti obou studijních oborů odpověděli v téměř 70 % nesprávně.

U testové otázky č. 1 správnou odpověď zvolilo 133 studentů (85 %). Otázkou byla zjišťována znalost, který stát jako první sestrojil jadernou zbraň. Správná odpověď byla C) USA. Předpokládal jsem, že správnou odpověď zvolí více studentů, ale i přesto se podle mého názoru jedná o celkem uspokojivý výsledek.

Druhá otázka byla zaměřena na německý jaderný program za války. Správná odpověď byla B) *Uranový projekt*. Tato otázka dopadla ze všech nejhůře. Správnou odpověď zvolilo pouze 62 studentů (33 %). I když už při tvorbě dotazníků jsem tušil, že tato otázka bude dělat studentům velký problém, protože tento název není úplně všeobecně známý. Takže tato otázka naplnila moje očekávání.

U třetí otázky, která byla zaměřena na jaderný program v USA, vědělo správnou odpověď podstatně více studentů, než u předchozí otázky zaměřené na jaderný program v Německu. Správnou odpověď vědělo 137 studentů (78 %). Správná odpověď byla B) *Projekt Manhattan*. Myslím si, že to je především proto, že to je všeobecně známý fakt, který patří do všeobecné znalosti. Dále je velice zajímavé, že studenti navazujícího

magisterského studenti tuto otázku věděli ve 47 případech (94 %) a pouze 3 studenti odpověděli jinak, což je krásný výsledek. Avšak celkový výsledek je dle mého názoru uspokojivý jako u otázky č. 1.

V další testové otázce jsem zjišťoval, zda studenti vědí, jak se nazývala první jaderná bomba. Správná odpověď byla *D) Gadget*. Správnou odpověď zvolilo 96 studentů (55 %). U této otázky mě překvapilo, že studenti volili převážně odpověď *D) Gadget*, což je správná odpověď, a odpověď *B) Nuclear bomb* jen ve výjimečných případech zvolili jinou odpověď.

Pátá testová otázka byla zaměřena na to, zda studenti vědí, kde byla otestována první jaderná bomba. Správná odpověď byla *B) Poblíž města Alamogordo*. Tu zvolilo 114 studentů (65 %). Je zvláštní, že studenti, kteří zvolili špatnou odpověď, se domnívali, že první testování jaderné zbraně probíhalo poblíž města Las Vegas. Myslím si, že studenty především zmátlo to, že Las Vegas se nachází poblíž pouště, která je vhodná k testování jaderných zbraní. Ačkoliv město Alamogordo je známé tím, že poblíž probíhaly jaderné testy v Nevadské poušti, tak jsem očekával o něco větší úspěšnost studentů. Ale i přesto jsou tyto výsledky poměrně uspokojivé.

Šestá testová otázka patří k těm, které se studentům nedařily. Otázka se zase týkala první jaderné zbraně. Tentokrát jsem chtěl zjistit, jestli studenti vědí, kdy byla otestována první jaderná zbraň. Správná odpověď byla *D) 16. července 1945*. Z dotazníkového šetření se ukázalo, že pouze 97 studentů (55 %) ví, kdy byla otestována první jaderná zbraň. Což mě opravdu překvapilo, protože jsem se domníval, že valná většina studentů bude vědět, že tento test se odehrál roku 1945.

Sedmé a osmé otázky byly ze všech otázek nejúspěšnější. Sedmá otázka měla úspěšnost 96 %, což je výborný výsledek. Osmou otázku zodpověděli všichni studenti správně, z čehož je patrné, že všichni studenti vědí, která japonská města byla bombardována.

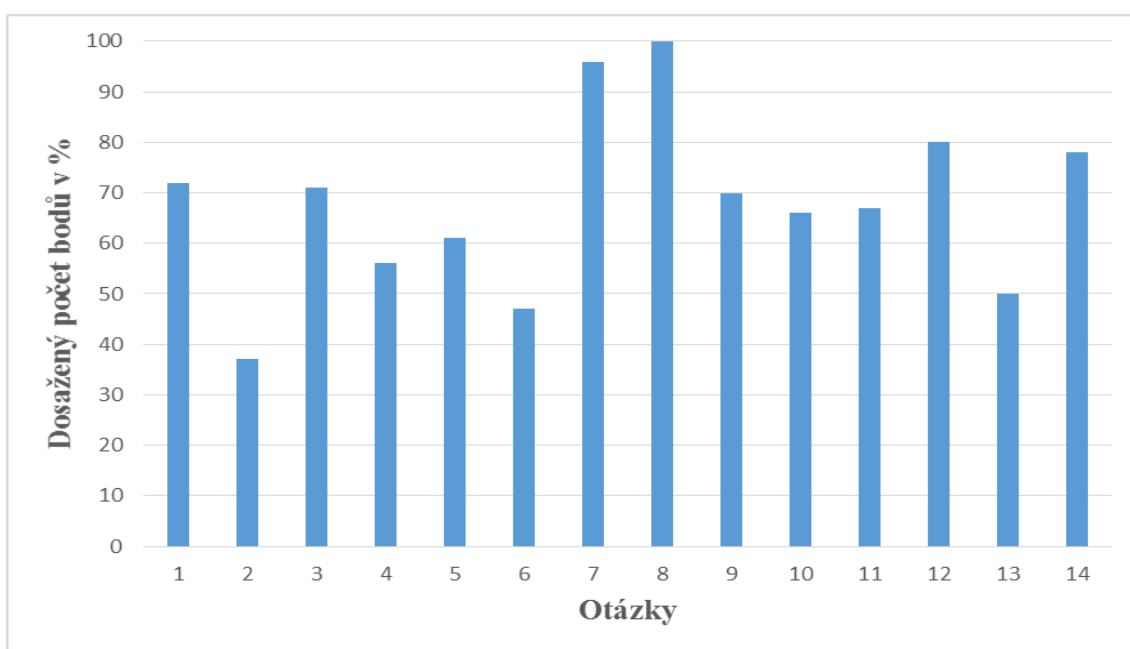
U otázek č. 10 a 11 byly naprosto shodné výsledky a to 120 správných odpovědí (68 %). V desáté otázce měli studenti projevit znalost názvů bomb, které byly svrženy na japonská města Hirošimu a Nagasaki. Správná odpověď byla *B) Fat Man a Little*

Boy. A jedenáctá otázka byla zaměřena na to, zda studenti vědí, že se Sovětskému svazu podařilo sestrojít jadernou zbraň v roce 1949.

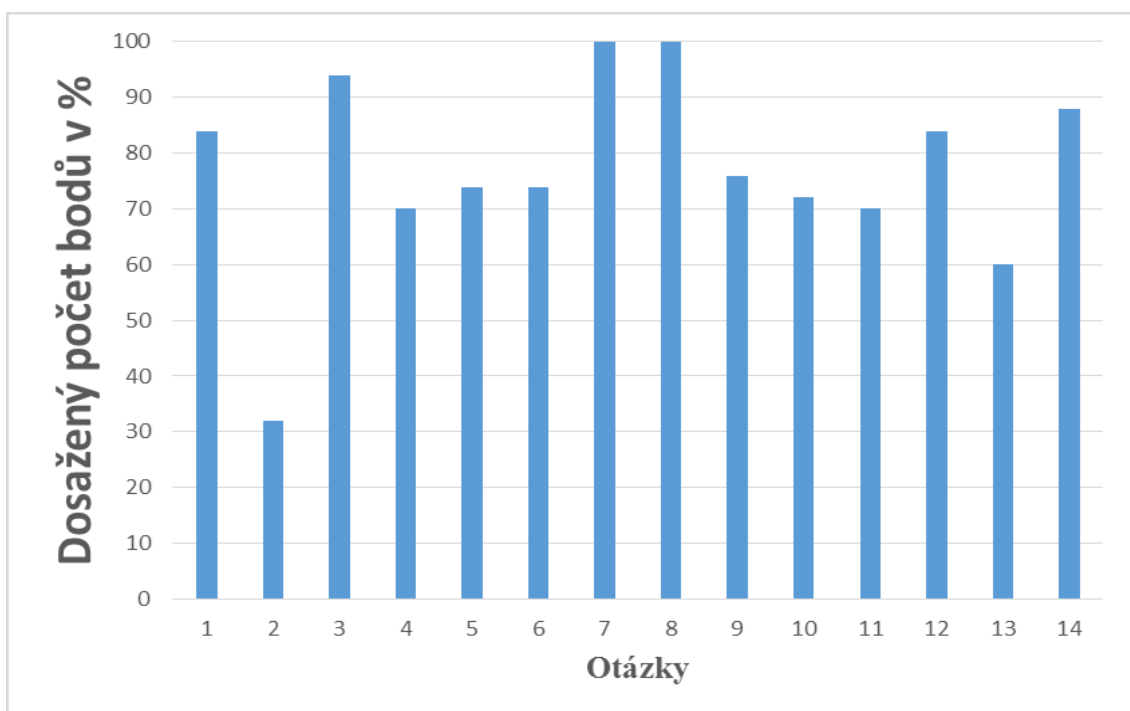
Ve dvanácté otázce měli studenti velkou úspěšnost. Otázku správně zodpovědělo 143 studentů (81 %). Úspěšnost v této otázce považuji za nadprůměrnou.

Třináctá otázka je dle mého názoru jedna z nejzajímavějších. Otázka zněla „*Který stát provedl nejvíce jaderných testů*“? Správná odpověď byla B) USA. Avšak je velice zajímavé, že 83 studentů (47 %) si myslí, že nejvíce jaderných testů provedl Sovětský svaz. V bakalářském studijním programu si to myslelo přesně 50 % studentů. Pro porovnání je celková procentuální úspěšnost studentů bakalářského studia a navazujícího magisterského studia znázorněna v grafech na obrázcích 38 a 39.

Vyhodnocení stanovených hypotéz bylo testováno prostřednictvím metod deskriptivní a matematické statistiky. Byl zvolen vhodný test neparametrického testování. Jednalo se o χ^2 -test dobré shody, kterým se prokázalo, že znalosti studentů mají normální rozdělení. Tím se potvrdila stanovená hypotéza. Další zvolená hypotéza byla potvrzena za pomoci dvojvýběrového t – testu.



Obrázek 38: Procentuální úspěšnost studentů bakalářského studia v jednotlivých otázkách



Obrázek 39: Procentuální úspěšnost studentů navazujícího magisterského studia v jednotlivých otázkách

6 Závěr

Předložená bakalářská práce je na téma „Vývoj a historie jaderných zbraní a jejich význam v dnešní době“, protože si myslím, že toto téma je v současné době velice aktuální.

Teoretická část práce pojednává o dané problematice. Úvodní část je zaměřena na jednotlivé druhy jaderných zbraní a jejich základní principy. Následně se zabývá cestou k jaderné zbraní a jejím vývojem různými státy za války i v poválečném období v podstatě až do současnosti. Jedna kapitola je věnována válečnému použití jaderných zbraní proti civilnímu obyvatelstvu v japonských městech Hirošima a Nagasaki. Dále jsou zmíněny i mezinárodní smlouvy, které omezují jaderné zbrojení a použití jaderných zbraní. Součástí práce je i seznam a mapa států, které vlastní jaderné zbraně.

Praktická část práce se zabývá znalostmi studentů bakalářského a navazujícího magisterského studia oboru Ochrany obyvatelstva. Na počátku byly stanoveny cíle a formulovány hypotézy.

Cíle:

- 1) Zhodnotit možnosti použití jaderných zbraní případně jaderné války.
- 2) Ověřit a porovnat znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva o jaderných zbraních a jejich účincích v bakalářském a navazujícím magisterském studiu.

Hypotézy:

Znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení.
Znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia.

Cíle práce byly splněny. K potvrzení či vyvrácení hypotéz bylo nutné sestavit dotazník, díky kterému mohlo proběhnout dotazníkové šetření. A následně proběhlo statistické vyhodnocení. Za pomoci dvojvýběrového t – testu byla hypotéza „Znalosti studentů navazujícího magisterského studia budou statisticky významnější než u studentů bakalářského studia“ potvrzena. Dále bylo nutné za pomoci chí kvadrát testu

potvrdit hypotézu „Znalosti studentů studijního programu Ochrana obyvatelstva mají normální rozdělení.“ Hypotéza byla potvrzena.

7 Seznam použité literatury

- 1) PITSCHMANN, V. *Jaderné zbraně: nejvyšší forma zabíjení*. 1. vyd. Praha: Naše vojsko, 2005, 390 s., ISBN 80-206-0784-6.
- 2) MATOUŠEK, J., ÖSTERREICHER, J., LINHART, P. *CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, 216 s., ISBN 978-80-7385-029-6.
- 3) ZÖLZER, F., KUNA, P., NAVRÁTIL, L. *Mechanismy účinků ionizujícího záření*. České Budějovice, 2007. 21 s. Doplňkové texty pro posluchače kombinované formy studia studijního programu „Ochrana obyvatelstva“.
- 4) ÖSTERREICHER, J., VÁVROVÁ, J. *Přednášky z radiobiologie*. 1. vyd. Praha: Manus, 2003, 112 s., ISBN 80-86571-01-7.
- 5) DUŠEK, Jiří a Jan PÍŠALA. *Jaderné zbraně*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2006. Stručná historie. ISBN 8025108171.
- 6) ULLMANN, V. *Jaderná fyzika a fyzika ionizujícího záření*. [online]. 2007 [cit. 2011-02-02]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/Fyzika-NuklMed.htm>.
- 7) KUNA, P., NERUDA, O., NAVRÁTIL, L. *Jaderné zbraně*. České Budějovice. Pomocné studijní texty pro posluchače Jihočeské univerzity.
- 8) DIENSTBIER, Z. *Hirošima a zrod atomového věku*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2010, 312 s., ISBN 978-80-204-2224-8.
- 9) DANIŠ, L. *Bioterrorismus*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2003, 99 s., ISBN 80-246-0693-3.
- 10) HÁLA, Jiří. *Radioaktivita ionizující záření, jaderná energie*. 1. vyd. Brno: Konvoj, 1998. ISBN 8085615568.
- 11) LUDVÍK, Jan, *Hrozba jaderných zbraní v současnosti*, *Vojenské rozhledy*, 2010, roč. 19 (51), č. 3, s. 16–23, ISSN 1210-3292.
- 12) Navrátil, V. *Vliv ionizujícího záření na živé organismy*, Brno: Masarykova univerzita Brno, 1996. ISBN 80-210-1405-9.
- 13) HODER, Lukáš, ROJČÍK, Ondřej a Petr VILÍMEK (eds.). *Proliferace jaderných zbraní: problémoví aktéři*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2006. ISBN 80-210-4119-6.

- 14) STŘEDA, Ladislav. *Šíření zbraní hromadného ničení - vážná hrozba 21. století*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 8086640035.
- 15) VISINGR, Lukáš. *Zbraně 21. století*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2009. ISBN 978-80-204-1986-6.
- 16) GLATZEL, Markus. *Atomwaffen für alle?!: Bedrohung durch Nuklearwaffen zur Jahrtausendwende*. Münster: Agenda, 2009. ISBN 9783896883773.
- 17) GEORG, Friedrich. *Hitlers Siegeswaffen*. 2., überarb. Aufl. Schleusingen: AMUN, 2004. ISBN 3930588714.
- 18) PACNER, Karel. *Atomoví vyzvědači studené války*. 1. vyd. Praha: Epoque, 2009. ISBN 978-80-7425-001-9.
- 19) SYRUČEK, Milan. *Na prahu atomové války: svět mohl být mnohokrát zničen, aniž to tušil*. 1. vyd. Praha: Epoque, 2008. ISBN 978-80-87027-86-8.
- 20) BERTELL, Rosalie. *Kriegswaffe Planet Erde*. Originalausgabe. Gelnhausen-Roth: Fischer, 2011. ISBN 9783941956360.
- 21) BŘÍZA, Vlastislav. *Kontrola, regulace a úprava jaderného zbrojení*. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2010. ISBN 978-80-246-1864-7.
- 22) SCHMIDT, Helmut. *Menschen und Mächte*. 1. Aufl. München: Pantheon, 2011. ISBN 9783570551578.
- 23) Země disponující jadernými zbraněmi. *BBC* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z:
http://www.bbc.co.uk/czech/specials/1117_global_nuclear/page4.shtml
- 24) Strategie zajišťování činností oddělení: Smlouva o nešíření jaderných zbraní. *SUJB* [online]. [cit. 2016-04-13]. Dostupné z:
<http://www.sujb.cz/nesireni-jadernych-zbrani/strategie-zajistovani-cinnosti-oddeleni/>
- 25) The New START Treaty and Protocol. Whitehouse [online]. [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <https://www.whitehouse.gov/blog/2010/04/08/new-start-treaty-and-protocol>

- 26) TREATY BETWEEN THE UNITED STATES OF AMERICA AND THE UNION OF SOVIET SOCIALIST REPUBLICS ON THE LIMITATION OF STRATEGIC OFFENSIVE ARMS: SALT. *State.gov* [online]. [cit. 2016-04-18]. Dostupné z: <http://www.state.gov/www/global/arms/treaties/salt2-1.html>
- 27) NÁLEVKA, Vladimír. *Druhá světová válka*. Vyd. 1. V Praze: Triton, 2003. Dějiny do kapsy. ISBN 80-7254-390-3.
- 28) VOKÁČ, Petr. *Hirošima nebyla první*. Vyd. 1. Třebíč: Akcent, 2005. ISBN 8072683152.
- 29) FUČÍK, Josef. *Stín jaderné války nad Evropou: ke strategii vojenských bloků, operačním plánům a úloze Československé lidové armády na střeoevropském válčišti v letech 1945-1968*. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, 2010. ISBN 9788020421999.
- 30) NÁLEVKA, Vladimír. *Horké krize studené války*. Vyd. 1. Praha: Vyšehrad, 2010. Moderní dějiny (Vyšehrad). ISBN 9788074290114.
- 31) HAVRÁNEK, Jiří. *Základy zdravotnické statistiky*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2004. ISBN 80-7040-663-1.

8 Seznam obrázků

Obrázek 1: Štěpná reakce.....	16
Obrázek 2: Kanonový typ konstrukce.....	17
Obrázek 3: Implozní typ konstrukce jaderné nálože.....	18
Obrázek 4: Princip jaderné syntézy.....	19
Obrázek 5: Konstrukční princip termojaderné nálože.....	20
Obrázek 6: Země disponující jadernými zbraněmi	36
Obrázek 7: Zastoupení správných a špatných odpovědí	45
Obrázek 8: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	46
Obrázek 9: Zastoupení správných a špatných odpovědí	47
Obrázek 10: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	47
Obrázek 11: Zastoupení správných a špatných odpovědí	48
Obrázek 12: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	49
Obrázek 13: Zastoupení správných a špatných odpovědí	50
Obrázek 14: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	50
Obrázek 15: Zastoupení správných a špatných odpovědí	51
Obrázek 16: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	52
Obrázek 17: Zastoupení správných a špatných odpovědí	53
Obrázek 18: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	53
Obrázek 19: Zastoupení správných a špatných odpovědí	54
Obrázek 20: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	55
Obrázek 21: Zastoupení správných a špatných odpovědí	55
Obrázek 22: Zastoupení správných a špatných odpovědí	56
Obrázek 23: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	57
Obrázek 24: Zastoupení správných a špatných odpovědí	58
Obrázek 25: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	58
Obrázek 26: Zastoupení správných a špatných odpovědí	59
Obrázek 27: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	60
Obrázek 28: Zastoupení správných a špatných odpovědí	61
Obrázek 29: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	61
Obrázek 30: Zastoupení správných a špatných odpovědí	62
Obrázek 31: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	63
Obrázek 32: Zastoupení správných a špatných odpovědí	64
Obrázek 33: Rozdělení odpovědí dle studijních programů	64
Obrázek 34: Polygon absolutních četností (studenti bakalářského studia)	70
Obrázek 35: Polygon kumulativních četností (studenti bakalářského studia)	70
Obrázek 36: Polygon absolutních četností (studenti navazujícího magisterského studia).....	77
Obrázek 37: Polygon kumulativních četností (studenti navazujícího magisterského studia)	78
Obrázek 38: Procentuální úspěšnost studentů bakalářského studia v jednotlivých otázkách	89
Obrázek 39: Procentuální úspěšnost studentů navazujícího magisterského studia v jednotlivých otázkách	89

9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Fúzní reakce.....	19
Tabulka 2: Následky výbuchu jaderných bomb v Japonsku.....	27
Tabulka 3: Atmosférické testy Spojených států	29
Tabulka 4: Důležité sovětské jaderné výbuchy v letech 1949 – 1961	31
Tabulka 5: Jaderné testy Velké Británie	33
Tabulka 6: Francouzské jaderné testy Francie.....	34
Tabulka 7: Čínské jaderné testy do roku 1968	35
Tabulka 8: Porovnání počtů amerických a ruských strategických jaderných hlavic v roce 1998	39
Tabulka 9: Výsledky bez rozlišení oboru.	65
Tabulka 10: Výsledky respondentů bakalářského oboru.	66
Tabulka 11: Výsledky respondentů magisterského oboru.	67
Tabulka 12: Tabulka elementárního statistického zpracování.....	69
Tabulka 13: Tabulka elementárního statistického zpracování.....	71
Tabulka 14: Přehled důležitých hodnot pro neparametrické testování.....	71
Tabulka 15: Přehled výpočtů χ^2 testu.....	73
Tabulka 16: Tabulka splňující podmínku χ^2 testu.....	74
Tabulka 17: Tabulka elementárního statistického zpracování.....	76
Tabulka 18: Tabulka elementárního statistického zpracování.....	79
Tabulka 19: Přehled důležitých hodnot pro neparametrické testování.....	79
Tabulka 20: Přehled výpočtů χ^2 testu.....	81
Tabulka 21: Tabulka splňující podmínku χ^2 testu.....	82

10 Přílohy

Dotazník

Jsem studentem: A) Bakalářského studijního programu
B) Magisterského studijního programu

1. Který stát jako první vynalezl jadernou zbraň?

- A) Německo
- B) SSSR
- C) USA
- D) Velká Británie

2. Jak se v Německu nazýval jaderný program?

- A) Plutoniový projekt
- B) Uranový projekt
- C) Jaderný projekt
- D) Atomový projekt

3. Jak se v USA nazýval jaderný program?

- A) Jaderný projekt
- B) Projekt Manhattan
- C) Projekt Washington
- D) Atomový projekt

4. Jak se nazývala první jaderná bomba?

- A) Bomb
- B) Nuclear Bomb
- C) Explosion
- D) Gadget

5. Kde byla otestována první jaderná bomba?

- A) Poblíž města Las Vegas
- B) Poblíž města Alamogordo
- C) Poblíž města New York
- D) Poblíž města Ohio

6. Kdy byla otestována první jaderná bomba?

- A) 18. května 1942
- B) 26. ledna 1943
- C) 12. prosince 1944
- D) 16. července 1945

7. Co se vytvoří po výbuchu jaderné bomby?

- A) Zápach
- B) Nic
- C) Atomový hřib
- D) Černé mraky

8. Která Japonská města byla bombardována?

- A) Kawasaki, Yokohama
- B) Kokura, Kjóto
- C) Hirošima, Nagasaki
- D) Tokyo, Nigaata

9. Kdy byla Japonská města bombardována?

- A) 2. a 8. května 1944
- B) 6. a 9. srpna 1945
- C) 12. a 17. března 1945
- D) 7. a 8. září 1945

10. Jak se jmenovali bomby, kterými bombardovali japonská města?

- A) Little Man a Big Boy
- B) Fat Man a Little Boy
- C) Old Man a Young Boy
- D) Slim Man a Fat Boy

11. Kdy se Sovětskému svazu podařilo sestrojít jadernou zbraň?

- A) V roce 1944
- B) V roce 1942
- C) V roce 1960
- D) V roce 1949

12. Kdo jako třetí vstoupil do atomového klubu?

- A) Velká Británie
- B) Německo
- C) Austrálie
- D) Česká republika

13. Kdo provedl nejvíc jaderných testů?

- A) SSSR
- B) USA
- C) Čína
- D) Velká Británie

14. Které radionuklidy se využívají u štěpných jaderných zbraní?

- A) ^{60}Co , ^{137}Cs , ^{90}Sr
- B) ^{131}I , ^{137}Ba , ^{14}C
- C) ^{235}U , ^{233}U , ^{239}Pu
- D) ^{137}Cs , ^{14}C , ^{60}Co