

**VYSOKÁ ŠKOLA EVROPSKÝCH A REGIONÁLNÍCH
STUDIÍ, Z. Ú., ČESKÉ BUDĚJOVICE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**JADERNÉ ZBRANĚ A RADIOLOGICKÝ
TERORISMUS**

Autor práce: Karolína Hefková

Studijní obor: Bezpečnostně právní činnost ve veřejné správě

Forma studia: kombinovaná

Vedoucí práce: Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Katedra: Katedra právních oborů a bezpečnostních studií

2019

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, na základě vlastních zjištění a s použitím odborné literatury a materiálů uvedených v seznamu použitých zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce v elektronické podobě ve veřejně přístupné části infodisku VŠERS a v tištěné podobě v knihovně VŠERS, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky vedoucího a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce systémem na odhalování plagiátů.

.....

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Mgr. Štěpánu Kavanovi, Ph.D., za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce.

ABSTRAKT

HEFKOVÁ, K. *Jaderné zbraně a radiologický terorismus : bakalářská práce.* České Budějovice : Vysoká škola evropských a regionálních studií, 2019. 62 s. Vedoucí bakalářské práce : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Klíčová slova: jaderné zbraně, ochrana obyvatelstva, špinavá bomba, terorismus

Bakalářská práce pojednává o jaderných zbraních a radiologickém terorismu. V teoretické části práce jsou shrnuty poznatky o různých typech jaderných zbraních a historii jejich vývoje. Text dále pojednává o současných teroristických hrozbách a shrnuje nejvýznamnější teroristické skupiny. Třetím tematickým celkem je soupis principů ochrany obyvatelstva před jaderným a radiologickým terorismem. Praktická část práce se zaměřuje na zjištění znalostí studentů středních škol na Příbramsku ohledně jaderných zbraní a ochrany obyvatelstva. Výsledky dotazníkového šetření jsou zpracovány za použití metod deskriptivní a matematické statistiky. Vzhledem k počtu obdržených odpovědí ($n = 52$) a heterogenitě došlých odpovědí, nelze jednotlivé školy mezi sebou jednoznačně porovnat. Výsledky šetření nejsou dostatečné k vyřčení jednoznačného závěru, nicméně úroveň znalostí studentů se zdá být přiměřená. Rozdělení četností jednotlivých odpovědí odpovídá Gaussovu (normálnímu) rozdělení.

ABSTRACT

HEFKOVÁ, K. *Nuclear Weapons and Radiological Terrorism : Bachelor Thesis*. České Budějovice : The College of European and Regional Studies, 2019. 62 p.
Supervisor : Mgr. Štěpán Kavan, Ph.D.

Key words: civil protection, dirty bomb, nuclear weapons, terrorism

This bachelor thesis deals with nuclear weapons and radiological terrorism. Theoretical part of the thesis summarizes knowledge of various types of nuclear weapons and history of their development. The text also discusses current terrorist threats and summarizes the most important terrorist groups. Third thematic section deals with principles of civil protection against nuclear and radiological terrorism. Practical part of the thesis focuses on the research of knowledge of high school students in the Příbram district regarding nuclear weapons and civil protection. The results of the questionnaire are processed using methods of descriptive and mathematical statistics. Given the number of responses received ($n = 52$) and the heterogeneity of responses received, individual schools cannot be unambiguously compared. The results of the survey are not sufficient to say a clear conclusion, however, the level of student knowledge seems reasonable. The distribution of individual response frequencies corresponds to Gaussian (normal) distribution.

Obsah

Úvod.....	8
1 Cíle bakalářské práce	9
1.1 Metodika výzkumu.....	9
1.1.1 Dotazníkové šetření.....	9
1.1.2 Statistické zpracování.....	9
2 Jaderné zbraně.....	15
2.1 Historie jaderných zbraní	15
2.1.1 Projekt Manhattan	15
2.2 Hirošima a Nagasaki	16
2.3 Druhy a principy jaderných zbraní.....	17
2.3.1 Princip jaderných zbraní	17
2.3.2 Štěpné zbraně	17
2.3.3 Vodíkové termojaderné zbraně	19
2.3.4 Třífázové jaderné nálože	20
2.3.5 Jaderné velmoci.....	20
3 Terorismus	21
3.1 Historie terorismu.....	21
3.1.1 Historie radiologického terorismu.....	22
3.2 Al–Káida	22
3.3 Islámský stát	23
3.4 Špinavá bomba	24
3.4.1 Materiály vhodné pro výrobu špinavé bomby	24
3.4.2 Účinky špinavé bomby.....	25
3.5 Rizika pro obyvatelstvo.....	26
3.5.1 Deterministické účinky	26
3.5.2 Stochastické účinky.....	27
3.5.3 Ekonomické dopady po použití špinavé bomby	29

4	Ochrana obyvatelstva při útoku jadernými zbraněmi a radiologickém terorismu ..	30
4.1	Varování	30
4.1.1	Všeobecná výstraha.....	30
4.1.2	Tísňové informace.....	31
4.2	Evakuace	31
4.2.1	Druhy evakuace.....	31
4.2.2	Evakuační zavazadlo	32
4.3	Ukrytí.....	32
4.4	Dekontaminace	32
4.4.1	Dezaktivace	33
5	Praktická část	34
5.1	Dotazníkové šetření	34
5.2	Statistické zpracování	46
6	Diskuze.....	52
6.1	Diskuze k cílům bakalářské práce	52
6.2	Diskuze k výsledkům dotazníkového šetření	53
7	Závěr	57
9	Seznam použitých zdrojů	59
	Seznam zkratk	63
	Seznam tabulek, grafů a obrázků	64
	Přílohy	66
	Příloha č. 1: Informační leták pro širokou veřejnost shrnující instrukce při útoku špinavou bombou	66

Úvod

Téma práce je vzhledem k neustálému zvyšování počtu teroristických útoků ve světě velmi aktuální. Dříve se o hrozbě jaderných zbraní, radiologickém terorismu obecně tolik neuvažovalo jako o pravděpodobném způsobu útoku teroristickou skupinou. V dnešní době, kdy teroristické skupiny mají přístup k moderní technickým zařízením a mají finanční prostředky, není pro ně problém pokusit se o sestavení CRBN zbraně.

Terorismus není novodobým problémem. S terorismem se již lidstvo potýká od počátku věků, kdy mezi sebou válčily skupiny za účelem zvětšování území, náboženské víry, zvyšování vlivu atp. Tím byli samozřejmě zasaženi i civilní občané. Pro 21. století nebyl terorismus do roku 2001 zcela běžnou záležitostí. Největším novodobým milníkem byl útok teroristické organizace Al-Káida, kdy 11. září 2001 zaútočila na Spojené státy americké a tímto činem změnila pohled na teroristické skupiny. USA se výzkumem použití jaderných zbraní a radiologického terorismu zabývají velmi intenzivně, a proto nejvíce materiálu o daném tématu pochází právě od nich. V české literatuře není velký počet odborných zdrojů, které by se tématem zabývaly.

Teoretická část této práce se bude věnovat základním informacím o daném tématu, ať už jejich současným stavem, tak i pohledem do historie. Budou diskutovány první pokusy o sestavení jaderné bomby, první testy, možnosti využití, taktéž dopady při zneužití jaderných nebo radiologických zbraní.

Praktická část práce bude zaměřena na zjištění informovanosti studentů středních škol na Příbramsku formou dotazníkového šetření. Na základě analýzy současného stavu související ochrany obyvatelstva před radiologickým terorismem a výsledků dotazníkového šetření bude vypracován informační leták se základními instrukcemi při útoku špinavou bombou. Tento materiál posléze může sloužit široké veřejnosti.

1 Cíle bakalářské práce

Cíle této bakalářské práce jsou:

1. Zjistit stupeň základních znalostí a civilní nouzové připravenosti v problematice jaderného a radiologického terorismu u studentů škol na Příbramsku.
2. Vytvoření přehledného informačního prospektu ohledně ochrany před jaderným a radiologickým terorismem

1.1 Metodika výzkumu

1.1.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření bylo koncipováno formou „multiple-choice testu“. Cílovou skupinou respondentů byli zvoleni studenti středních škol na Příbramsku. Dotazník obsahuje celkem 17 otázek se 4 možnostmi. První 2 otázky se týkaly demografických údajů o škole, jež respondenti navštěvují, a pohlaví pro účely statistického zpracování. 5 se týkalo informovanosti ohledně radiologického terorismu ve smyslu historie a ochrany obyvatelstva. Poslední 2 otázky zjišťovaly, kde studenti nejvíce získávají informace o této problematice, a sebehodnocení týkající se úrovně znalostí radiologického terorismu. Dotazník obsahoval 13 uzavřených otázek s možností výběru 1 správné možnosti a 4 uzavřené otázky s více správnými možnostmi. U otázek s výběrem více správných možností se otázka počítala za správně zodpovězenou pokud respondent vybral všechny správné možnosti. Dotazník byl studentům rozeslán elektronicky prostřednictvím Google Forms.

1.1.2 Statistické zpracování

Statistické vyhodnocení multiple-choice testu proběhne implementací vhodných statistických metod popsaných ve zdrojích [1].

Vybrané statistické metody a zároveň jejich logickou návaznost při statistickém zpracování výsledků lze charakterizovat následujícím výčtem: a) formulace statistického šetření, b) škálování, c) měření v deskriptivní statistice, d) elementární statistické zpracování, e) neparametrické testování. Postupy užití v této bakalářské práci jsou stručně popsány v následujících několika oddílech.

Formulace statistického šetření

Formulace statistického šetření znamená definování výběrového statistického souboru, na který jsou posléze aplikovány metody deskriptivní a matematické statistiky. Při formulaci statistického šetření pracujeme s následujícími termíny:

- **Hromadný náhodný jev** je fenomén, jehož výsledek nemůžeme s jistotou předpovědět a který se odehrává v rozsáhlé množině elementů.
- **Statistická jednotka** je vymezena stejnými vlastnostmi elementů zkoumaného souboru.
- **Statistický znak** je odlišná vlastnost elementu ze zkoumaného souboru.
- **Hodnota statistického znaku** je způsob popisu zkoumaného statistického znaku.
- **Základní statistický soubor** je dán celkovým počtem všech statistickými jednotek v populaci.
- **Výběrový statistický soubor** je redukcí počtu jednotek ze základního statistického souboru za účelem statistického zpracování. Výběr zpracovávaného statistického souboru lze učinit metodami náhodného výběru nebo metodami záměrného nebo selektivního výběru.
- **Náhodný výběr** je takové omezení počtu zkoumaných statistických jednotek, aby bylo možné získané výsledky zobecnit pro základní statistický soubor.

Škálování

Zpracování statistického šetření obvykle obnáší práci s velkým objemem dat. Pro jednodušší práci s daty je vhodné statistické jednotky rozřadit do skupin dle hodnoty statistického znaku. Tato statistická metoda se nazývá „škálování“ a jednotlivé skupiny nazýváme „prvky škály“.

Vhodný počet prvků škály se počítá pomocí tzv. Sturgesova pravidla:

$$k = 1 + 3,3 * \log_{10}(n)$$

kde k je počet prvků škály a n je počet prvků výběrového statistického souboru.

Škály dělíme na:

- Nominální škálu – umožňující rozřadit statistické jednotky do kategorií.
- Ordinální škálu – umožňující rozřazení statistických jednotek do kategorií, jež mají své definované pořadí.

- Kvantitativní metrickou škálu – dává navíc možnost určit vzdálenost mezi dvěma sousedními statistickými jednotkami. Je nezbytné definovat jednotku škály a počátek škály.
- Absolutní metrickou škálu – poskytuje věcnou interpretaci počátku škály – nula škály odpovídá nulové hodnotě zkoumaného statistického znaku.

Měření v deskriptivní statistice

„Měřením v deskriptivní statistice“ je myšleno určení absolutních četností statistických znaků a přiřazení každé z n statistických jednotek jednu z k prvků škály. Hodnota n_i se nazývá absolutní četnost prvků škály k_i , součet absolutních četností musí být roven rozsahu výběrové statistického souboru n .

Statistická pravděpodobnost $p(x_i)$ výsledku x_i se nazývá relativní četnost a je definována podílem $\frac{n_i}{n}$. Pravděpodobnost, že výsledek měření bude menší nebo rovný výsledku x_i se nazývá kumulativní četnost a je definována jako $\sum \frac{n_i}{n}$.

Elementární statistické zpracování

Elementární statistické zpracování znamená organizaci údajů do tabulky, její grafické vyjádření a následovnou parametrizaci. Tabulka obsahuje celkem osm sloupců. První 4 sloupce tabulky slouží ke zpřehlednění výsledků měření a pro tvorbu grafů, zbývající 4 sloupce mají charakter pomocných výpočtů a slouží dalšímu výpočtu empirických parametrů. Výčet sloupců v uspořádaném pořadí a jejich značení je následující:

- 1. sloupec: prvky škály (x_i),
- 2. sloupec: absolutní četnosti prvku škály (n_i),
- 3. sloupec: relativní četnost prvků škály $\left(\frac{n_i}{n}\right)$,
- 4. sloupec: kumulativní četnost $\left(\sum \frac{n_i}{n}\right)$,
- 5. - 8. sloupec: obsahuje pomocné součiny $x_i n_i, x_i^2 n_i, x_i^3 n_i, x_i^4 n_i$.

Nejvhodnější formou grafického znázornění je tvorba grafu vynesáním bodů do dvourozměrného pravoúhlého souřadnicového systému, kde se na ose x nacházejí prvky škály a na ose y hodnoty příslušných četností. Křivka vznikající spojením vynesných bodů do souřadnicového systému se nazývá „polygon“. Název konkrétního

polygonu je upřesněn přívlastkem podle typu četnosti, který představuje (polygon absolutních četností, polygon relativních četností, polygon kumulativních četností).

Empirické parametry podávají informaci o charakteru výběrového statistického souboru. Vypočítáme je s pomocí údajů z tabulky empirického statistického zpracování. Empirické parametry dělíme dle zkoumané vlastnosti na parametr polohy, parametr variability, parametr šikmosti a parametr špičatosti.

- Vážený aritmetický průměr (parametr polohy)

Vyjadřuje rozdělení četností na vodorovné ose x souřadnicového systému.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (n_i x_i)$$

- Parametr proměnlivosti (empirický rozptyl)

Informuje o variabilitě znaku.

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k n_i (x_i - \bar{x})^2$$

- Směrodatná odchylka

Informuje o výpovědní hodnotě aritmetického průměru.

$$s_x = \sqrt{\sigma^2}$$

- Variační koeficient

Vyjadřuje, jakou část tvoří směrodatná odchylka z aritmetického průměru.

$$v_x = \frac{s}{\bar{x}}$$

- Parametr šikmosti (koeficient šikmosti)

Vyjadřuje míru četnosti „nalevo“ či „napravo“ od váženého aritmetického průměru.

$$N_3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (n_i (x_i - \bar{x})^3)}{\sigma^2},$$

- Parametr špičatosti (koeficient špičatosti)

Informuje o míře špičatosti rozdělení prvků škály. Je určen normovaným momentem čtvrtého řádu N_4 :

$$N_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (n_i (x_i - \bar{x})^4)}{\sigma^2}.$$

Neparametrické testování

Neparametrické testování slouží k přiřazení teoretického, matematicky definovaného rozdělení naměřenému empirickému rozdělení. Neparametrické testy pracují se dvěma hypotézami – nulovou hypotézou H_0 a alternativní hypotézou H_a . Výstupem testu je přijetí jedné nebo zamítnutí druhé z hypotéz.

Nulová hypotéza H_0 říká, že empirické rozdělení lze nahradit teoretickým rozdělením, alternativní hypotéza H_a tvrdí opak.

Použitým testovým kritériem sloužícím k verifikaci neparametrických hypotéz je Pearsonův χ^2 -test dobré shody. Podstatou Pearsonova testu je porovnání relativních četností $\frac{n_i}{n}$ s příslušným počtem jednotlivých ploch pod Gaussovou křivkou. Je-li podmínkou pro využití χ^2 -testu vytvoření bodového nebo intervalového rozdělení četností, musí mít každý jednotlivý interval absolutní četnost $n \geq 5$.

Výčet kroků Pearsonova χ^2 -testu dobré shody jsou:

- 1) Určení experimentální hodnoty χ^2_{exp} .
- 2) Určení teoretické hodnoty χ^2_{teor} .
- 3) Definování kritického oboru W pro příslušnou hladinu statistické významnosti α .
- 4) Přijetí nebo zamítnutí nulové H_0 nebo alternativní hypotézy H_a .

Použitou hladinou významností je $\alpha=0,05$.

1. krok: Určení experimentální hodnoty χ^2_{exp} .

Experimentální hodnota χ^2 -testu je dána vztahem

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

kde je n_i absolutní četnost prvků, n rozsah výběrového statistického souboru a p_i pravděpodobnost hledané plochy pod Gaussovou křivkou (teoretická relativní četnost). Součin np_i se nazývá teoretická absolutní četnost.

Empirické rozdělení četností lze převést na normované rozdělení s parametry $N(\mu; \sigma) = N(0;1)$. Normované hodnoty empirického rozdělení získáme pomocí funkce u_i :

$$u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x};$$

kde je x_i hodnota prvku škály, \bar{x} je aritmetický průměr a s_x je směrodatná odchylka.

Laplaceova distribuční funkce normovaného normálního rozdělení $F(t)$ je dána vztahem:

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \rho(u) du.$$

Pravděpodobnostní funkce p_i mající význam jako teoretická relativní četnost je definována integrálem:

$$p_i = \int_{-\infty}^t \rho(u) du.$$

2. krok: Určení teoretické hodnoty χ_{teor}^2 .

Teoretické hodnoty χ_{teor}^2 se určují pomocí statistických tabulek. Dříve, než je možné hodnotu χ_{teor}^2 pro příslušnou hladinu spolehlivosti α určit, je třeba vypočítat počet stupňů volnosti:

$$\chi_{teor}^2 = \chi_v^2 = \chi_{k-r-1}^2,$$

kde k je počet intervalů a r počet stupňů volnosti, který je pro Gaussovo rozdělení $r = 2$.

3. krok: Sestavení kritického oboru hodnot W

Interval kritického oboru hodnot W se počítá dle následujícího vzorce:

$$W \in \langle \chi_{k-r-1}^2(\alpha); +\infty \rangle,$$

4. krok: Rozhodnutí o platnosti hypotéz H_0 a H_a

Posledním krokem je přijetí/zamítnutí nulové hypotézy H_0 a přijetí/zamítnutí alternativní hypotézy H_a na základě porovnání experimentální hodnoty χ_{exp}^2 a kritického oboru W .

$$\chi_{exp}^2 \notin W \Rightarrow \text{přijmeme } H_0, \text{ zamítneme } H_a$$

$$\chi_{exp}^2 \in W \Rightarrow \text{zamítneme } H_0, \text{ přijmeme } H_a$$

2 Jaderné zbraně

Objev jaderné energie znamenal nalezení nevyčerpatelného zdroje energie, ale také vytvoření nejničivějších zbraní, které byly člověkem sestrojeny. Jaderné zbraně patří do zbraní hromadného ničení, které mají smrtící nebo destruktivní účinek. Také je lze definovat jako zařízení, které jsou schopno uvolnit jadernou energii s její potenciálem lze využít pro válečné účely [2].

2.1 Historie jaderných zbraní

Již staří Řekové pracovali s myšlenkou atomu. Mezi zastánce atomistické teorie patřili filozofové jako Demokritos a Leikippos. Demokritos si představoval, že je hmota tvořena mnoha nepatrnými tělísky, které nelze vidět a dále se nedají dělit. Tělíska nazýval atomy (slova *atomos* znamená v řečtině nedělitelný). Dalším mylníkem bylo sestavení Mendělejevovy periodické tabulky prvků, která umožňuje předpovídat existenci a vlastnosti dosud neobjevených prvků.

Prvním krokem k sestrojení jaderných zbraní bylo objevení záření vycházejícího z uranu. Objevitelem byl H. A. Becquerel v roce 1896. Radioaktivita je přeměna složení nebo energetického stavu atomových jader. K objasnění podstaty radioaktivity přispěli také P. Curie a jeho manželka M. C. Sklodovská.

E. Rutherford v roce 1919 pozoroval umělé štěpení atomových jader při pokusu odstřelování částic alfa z polonia do dusíku [3].

2.1.1 Projekt Manhattan

První jadernou zbraň se podařilo vyrobit již v roce 1939. Projekt Manhattan byl ve druhé světové válce výzkumnou a vývojovou společností, která vznikla, na

základě informací o německém pokusu o vytvoření nejničivější zbraně na světě. V letech 1942 až 1946 byl projekt Manhattan převeden pod vojenskou správu USA. Jaderné zbraně byly vyráběny a konstruovány pod názvem Manhattan Engineer District (MED), největším utajovaným vědeckým projektem ve Spojených státech amerických. V listopadu 1942 se vybudovalo středisko Los Alamos v novém Mexiku, kde se z uranu pokoušeli získat čisté vojenské plutonium. V červnu 1945 byla sestrojena jaderná bomba s názvem Gadget, jednalo se o plutoniovou bombu. Zkušební test Trinity se uskutečnil 16. července 1945 poblíž města Alamogordo. Nejprve se objevila tlaková vlna následovaná ohnivou koulí a v místě exploze se objevil atomový hřib. Ohnivá koule byla vidět v širokém okolí a lidé byli uklidňováni informacemi o explozi chemických látek, které nejsou zdraví škodlivé. Poznatky byly následně využity v bombardování japonských měst Hirošima a Nagasaki (Hawkins et al. 1961).

2.2 Hirošima a Nagasaki

Pro tento útok byla vytvořena zcela nová bojová skupina. Na svržení bomb byli speciálně cvičeni letci v upravených bojových letadlech. Celý výcvik trval tři měsíce v přísném utajení. Cíl výcviku bylo co nepřesněji svrhnout bomby na místo určené z výšky 10 kilometrů s přesností útoku na 150 až 300 metrů. Pro výběr místa byla vybrána speciální komise, jejímž úkolem bylo vytipovat 2 cíle z celkových 16 měst v Japonsku. V pozdějších jednáních byla vybrána města Kokura, Hirošima, Niigata a Kjóto, které bylo nakonec kvůli historickým památkám nahrazeno Nagasaki. 2. srpna 1945 byl stanoven datum prvního útoku. Ten se měl uskutečnit 6. srpna a následně měl být druhý útok 12. srpna. Z politických důvodů a nestabilitě situace byl přesunut o tři dny později, tj. na 9. srpna. Na město Hirošima byla použita atomová puma Little Boy - bomba vytvořená z uranu, jejíž váha byla 4 100 kg a obsahovala 64,1 kg obohaceného uranu. Důsledkem útoku byla obrovská ohnivá koule a atomový hřib, díky kterému zmizelo celé město. 9. srpna byla svržena puma Fat Man na město Nagasaki. Fat Man byla plutoniová bomba s vahou 4 500 kg a obsahem 6,2 kg čistého plutonia. Následky byly zcela stejné jako u Hirošimy. Tlaková vlna vytvořila 60 % energie, 30 % bylo světelné záření a 10 % radioaktivní zamoření. Při útoku zemřelo 106 000 obětí z celkového počtu 450 000 obyvatel dvou měst. Tyto dvě atomové bomby byly jediné, které byly při druhé světové válce využity [5].

2.3 Druhy a principy jaderných zbraní

Princip jaderných zbraní spočívá v uvolňování energie z atomových jader. K základnímu materiálu na sestavení jaderné zbraně patří izotopy uranu ^{235}U a ^{233}U s izotopem plutonia ^{239}Pu . Základem je dostatečné množství štěpného materiálu. Různými příměsemi se reakce zpomaluje, a tím i zmenšuje její účinnost [3].

2.3.1 Princip jaderných zbraní

Jaderná zbraň je založena na principu uvolňování energie z atomového jádra. K jadernému štěpení je teoreticky možné využít jádro kteréhokoliv prvku. Nicméně pro získání jaderné energie se využívají jen izotopy některých těžkých prvků. Jedná se o dva izotopy uranu ^{235}U a ^{233}U a izotop plutonia ^{239}Pu . Tyto radionuklidy jsou základní surovinou pro výrobu jaderné bomby [3].

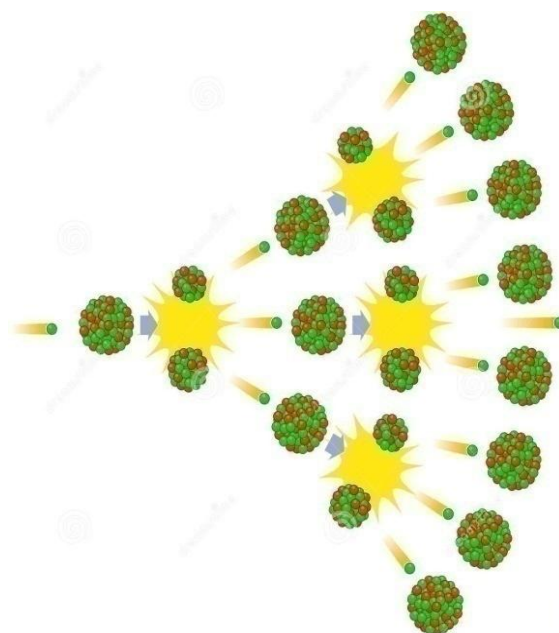
Princip nejstaršího typu jaderné zbraně je založen na štěpné reakci. U modernějších jaderných zbraní je štěpná reakce původcem jaderné syntézy, projevuje se daleko výraznějším množstvím uvolněné energie. Tento typ jaderné zbraně se dříve označoval jako vodíková puma, dnes se jí říká termojaderná zbraň [6].

Dalším typem jaderné zbraně s vyšším efektem jsou tzv. třífázové nálože. Upravovány jsou i ničivé faktory. Došlo k vývoji miniaturní jaderné nálože řazené do taktických jaderných zbraní. Miniaturní jaderné zbraně jsou velice nebezpečné, zejména z důvodu nedostatečného zabezpečení proti zneužití či náhodnému použití. Smotané existence miniaturních jaderných náloží stupňuje potenciální možnost jaderné války a současné hrozby jaderného terorismu [7].

2.3.2 Štěpné zbraně

Principem klasické jaderné zbraně je štěpná řetězová reakce těžkých atomových jader. Principiálně reakce probíhá tak, že ostřelujeme jádra radionuklidu uranu ^{235}U primárním neutronem. Vnikne-li neutron do jádra uranu, vznikne tzv. nestabilní jádro, a to se rozštěpí na dvě stejně těžká jádra a uvolní se 1 až 3 sekundární neutrony. Máme-li dostatek čistého ^{235}U , vyvolá každý sekundární neutron štěpení dalších jader a dochází k řetězové reakci. Štěpení je doprovázeno uvolněním velkého množství energie. Princip štěpné reakce schematicky demonstruje obrázek č. 1.

Obrázek 1: Princip štěpné reakce¹



Neutrony jsou emitovány při štěpné reakci rychlostí cca $2 \cdot 10^7$ m.s⁻¹. Náraz neutronu do dalšího jádra trvá méně než 10^{-8} sekundy. Pokud je k dispozici více než jeden neutron, narůstá jejich množství při řetězové reakci exponenciálně. To samé platí i pro uvolněnou energii [3].

V uspořádání štěpné nálože může být až 56 generací štěpení. Bezprostředně uvolněná energie na jedno štěpení je 29 pJ. V případě, že proběhne štěpení všech 56 generací, celková uvolněná energie se bude rovnat cca 92 TJ. Uvolněná energie je srovnatelná s výbuchem 22 kilotun TNT (trinitrotoluen). Celá reakce probíhá v čase jedné mikrosekundy. Průběh štěpné reakce závisí na množství použitého materiálu, ale i na jeho tvaru. Při malém množství štěpného materiálu je produkce neutronů nízká, i když je tvar materiálu kulovitý. Kulovitý tvar materiálu je nejvhodnější [3].

Štěpná surovina nesmí být v příliš tenké vrstvě, jinak většina sekundárních neutronů vylétne do prostředí a nedojde k rozvinutí řetězové reakce [3].

Je-li však množství štěpné suroviny větší než je střední volná dráha neutronů, rozvíjí se štěpná reakce lavinovitě a toto množství se nazývá jako kritické množství. Kritické množství štěpné suroviny limituje výbušnou sílu u štěpných zbraní, což je maximálně 500 kilotun TNT.

¹ zdroj: <https://thumbs.dreamstime.com/z/nuclear-chain-reaction-18968782.jpg>

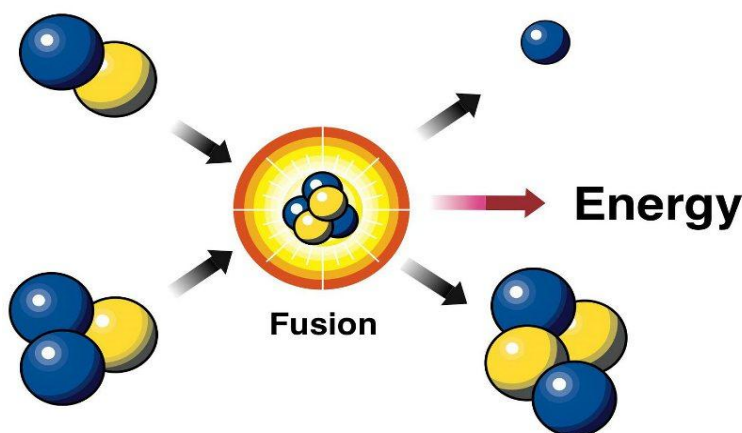
Z 1 kilogramu ^{235}U se při štěpení jader se uvolní přibližně $9 \cdot 10^{13}$ J energie. Plutonium ^{239}Pu se rozpadá obdobně jako uran ^{235}U , při reakci se uvolňují 2 i více neutronů [8].

2.3.3 Vodíkové termojaderné zbraně

Vodíkové termojaderné zbraně nazýváme také „fúzní zbraně“. Vodíkové zbraně uvolňují energii opačně než zbraně štěpné. Těžší jádra se vyvíjejí z lehčích. Doposud byl pro tento typ zbraně používán pouze vodík ^1H .

Řetězovou štěpnou reakci je schopen vyvolat i jediný neutron. U vodíkových zbraní je podmínkou dostatečná energie jader, jinak nedojde k jaderné syntéze. Nedosáhnou-li jádra dostatečné energie, nemůže začít jaderná syntéza. Dostatečná energie je nutná k překonání odpuzivých sil jader. Potřebnou energii zajistíme u termojaderných zbraní zvýšením teploty reagujícího materiálu [8]. Proto se reakce nazývá „termojaderná“ syntéza zobrazena na obrázku č. 4

Obrázek 2: Princip termojaderné reakce²



Nejjednodušší je využití reakce deuteria a tritia. Tato reakce potřebuje teplotu okolo 10^8 Kelvinů. Této teploty je možné dosáhnout jaderným štěpením [3].

Principiálně jsou tedy termojaderné zbraně založeny na dvoufázovém procesu skládajícího se z jaderného štěpení a jaderné syntézy. Zbraň se vždy skládá ze dvou složek: štěpné a syntetické nálož. Jako roznětka slouží štěpná nálož, která teplem přivede k reakci syntetickou nálož [8].

² Zdroj: https://eteknix-eteknixltd.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2013/10/Nuclear_Fusion.jpg

2.3.4 Třífázové jaderné nálože

Dalším používaným konstrukčním typem jsou jaderné zbraně třífázové. Proces jaderné reakce probíhá ve třech fázích: 1. fáze - štěpení v roznětce; 2. fáze - termojaderná reakce; 3. fáze - následné štěpení. Ve třetí fázi dochází k tvorbě radioaktivního materiálu ve větším množství než v první fázi.

V tomto typu jaderné nálože je množství fúzního materiálu stejné jako materiálu termojaderného, třífázová nálož má však podstatně vyšší účinek [9].

2.3.5 Jaderné velmoci

USA vlastní 5 tisíc hlavic různých velikostí. Jejich použití je možné všude, jak na zemi, ve vzduchu tak i ve vodě. Jaderné hlavice se nacházejí i mimo jejich území. USA patří do tzv. nukleárního klubu, kam mimo jiné patří spolu s Ruskem, Velkou Británií, Francií a Čínskou lidovou republikou. V roce 1996 byla podepsaná dohoda o přerušení jakýchkoliv jaderných testů.

Rusko je dle oficiálních zpráv vlastníkem 3 tisíc hlavic. Vlastní systém PERIMETER, který v případě zásahu ruského velení atomovou bombou spustí systém, jenž je schopný sám odpálit střelu na předem definovaná místa. První test jaderné zbraně RDS-1 proběhl v roce 1949 a mezi lety 1953 a 1955 proběhly testy vodíkové bomby [10].

Čínská lidová republika počet držených jaderných hlavic neuvádí, první testy proběhly v roce 1967. Velká Británie vlastní 200 hlavic, jadernou velmocí se stala díky spolupráci s USA na projektu Manhattan, krátce po 2. světové válce. První jaderná zbraň s názvem Hurricane byla testovaná v roce 1952. Francie vlastní 300 hlavic, které se soustředí spíše na útok ve vzduchu nebo na moři. První test jaderné zbraně Gerboise Bleue proběhl v roce 1960 [11].

Indie, jež nepatří do jaderného klubu, uskutečnila první jaderné testy roku 1974. Má v držbě asi 100 hlavic. Pákistán uskutečnil první zkoušky v roce 1998 za účelem demonstrace síly i mírového využití. Vlastní přibližně 100 hlavic [10].

Izrael v 70. letech tajně testoval jaderné zbraně v Jižní Africe, podle neoficiálních zdrojů jsou vlastníkem 50 hlavic Izrael ale všechny tyto domněnky odmítá.

NATO vystavěla ve spolupráci s USA americké základny na území Německa, Belgie, Itálie, Holandska a Turecka. Lze předpokládat, že jsou na územích těchto států rozmístěny desítky jaderných hlavic. Zbraně jsou pod velením jejich hlavních majitelů tj. USA, a na území jiného státu slouží k ochraně. Vzhledem k faktu, že Německo, Belgie, Itálie, Holandsko a ani Turecko fakticky žádnou jadernou zbraň nevlastní, nepočítáme je mezi jaderné velmoci [11].

3 Terorismus

Dříve byly teroristické akce určeny převážně k zastrašování a primárním účelem nebylo zabíjení. To se postupem času změnilo a teroristické skupiny začaly využívat nových metod - zbraní hromadného ničení. Počet obětí se zvyšoval. Teroristické skupiny se více uchylovaly k používání nových zbraní biologické, chemické, radiologické a jaderné povahy.

Před rokem 2001 nebyl terorismus brán jako globální hrozba. Zlomovým okamžikem byl teroristický útok z 11. září 2001 islamistické skupiny Al-Káida, která unesla několik letadel, a zaútočila s nimi na Světové obchodní centrum v New Yorku a na Pentagon, kde sídlí ministerstvo obrany USA. Při tomto útoku nebyly použity zbraně hromadného ničení, nicméně tímto činem se terorismus dostal do povědomí každého člověka [3]

3.1 Historie terorismu

Terorismu bylo v historii využíváno k dosažení politické moci, expanzi území, rozšiřování náboženské víry. V 1. století před naším letopočtem židovská skupina Zelótů prořezávala hrdla, bodala do zad a vypichovala oči lidem, kteří mířili do Sváté země. Jejich cílem bylo ustavení nezávislosti Židů v Římě. Řím se však nenechal zastrašit, a proto se skupina Zelótů uchýlila ke vzpouře, únosům a vraždám civilistů. Tyto teroristické útoky skončily až v roce 73 n. l. po krutém boji s římskou legií, kdy 960 Zelótů spáchalo sebevraždu, než aby se dostali do rukou nepřítelů.

Počátkem roku 1080 se začala formovat muslimská sekta Asasínu, která chtěla vytvořit vlastní stát. Jejich vůdce Hassan ibn Sabbah se setkával s odporem nově vyhlášeného kultu a vyhlášoval ostatním válku. Ideologie Asasínů byla, jednoho důležitého života za, tisíce ostatních. Asasíni měli každou vraždu připravenou několik týdnů dopředu. Jméno Asasíni jim dali nepřítelé, oni sami si říkali Fidájún, neboli ten,

kdo je připraven obětovat život pro správnou věc. Jejich ideologie je podobná jako u dnešních skupin islámských teroristů.

Křesťanství bylo v Evropě prosazováno formou náboženského terorismu. Inkviziční a světské soudy zahrnovaly krutý výslech, upalování, vyřezávání jazyka a další nelidské praktiky. V hledáčku církve byli především náboženští odpůrci, čarodějové a kacíři. Křížácké výpravy byly též vedeny ve stylu teroru a zastrasování.

Nejkrutější praktiky používaly mongolských hordy. Čingischán za své vlády vytvořil obrovské impérium od Koreje až po Maďarsko. Během vojenských tažení Mongolové umučili několik milionů obyvatel, aby tím minimalizovali odpor lidí a ztráty ze svých řad [12].

3.1.1 Historie radiologického terorismu

Radiologický terorismus se začal objevovat po konci studené války, kdy se začaly více využívat nové technologie k zastrasování nebo dosažení cílů teroristickými skupinami. Teroristické organizace se postupem času více zajímaly o zbraně hromadného ničení. V roce 1995 čečenští separatisté vyhrožovali ruské televizní stanici útokem radiologickou zbraní, která měla obsahovat radionuklid Cs-137.

V roce 1999 se čečenští separatisté pokusili ukrást kontejner obsahující radioaktivní materiál z průmyslového zařízení ve městě Grozný, při tomto činu byla usmrcena jedna osoba a ostatní hospitalizováni s podezřením na akutní nemoc z ozáření. V roce 2002 byl zatčen Jose Padilla, americký občan, který konvertoval k islámu. Byl odsouzen za sestavení radiologické zbraně na území Pákistánu. Se sestavením bomby pomáhal teroristické organizaci Al-Káida. Islámský stát měl také zájem o sestavení radiologické bomby za účelem použití těchto zbraní pro boj se Sýrií a Irákem [13].

3.2 Al-Káida

Největší světovou hrozbou, zejména pro demokratické státy západního světa a USA, je teroristická organizace Al-Káida. Název Al-Káida znamená v arabštině „základna“. Tato promyšlená teroristická organizace, jejíž ideologie vychází z radikálního islámu, je z teroristických uskupení mediálně nejznámější. Stoupenci Al-Káidy pocházejí převážně z řad sunnitských muslimů vyznávajících radikální ideologii.

Za vůdce Al-Káidy byl považován radikál saudského původu Usáma bin Ládín. Za hlavní nepřátele Al-Káidy jsou považováno USA, západní demokratické státy, Izrael

a jeho spojenci. Z důvodu spolupráce České republiky s USA na společných vojenských misích je vedena Česká republika jako spojenec USA.

Al-Káida má za cíl obnovení muslimského chalífátu a islámské teokracie. Zrod Al-Káidy je možné vysledovat do období po sovětské invazi Afghánistánu 25. 12. 1979. V tomto období vznikají v Afghánistánu skupiny mudžáhidů, které začínají válčit proti Sovětskému svazu a jejich afghánským stoupencům. Mudžáhidé byli finančně podporováni USA za účelem boje proti komunistické ideologii Sovětského svazu.

Po odchodu sovětských vojsk z Afghánistánu a ukončení studené války ztratily USA zájem o mudžáhidé. Mudžahidé mohli skončit se skrýváním svého antiamerikanismu a zaměřili svoje radikální chápání džihádu proti svému hlavnímu sponzorovi. Do čela jedné ze skupin mudžáhidů se postavil Usáma bin Ládín a dostal se do konfliktu se saudským režimem za kritiku spolupráce ze Spojenými státy [14].

Po vyhoštění ze Saudské Arábie se Usáma bin Ládín přemístuje do Sudánu, kde zakládá tábor pro výcvik radikálů. Po nátlaku USA na Sudán je v roce 1996 Usáma bin Ládín nucen Sudán opustit a přemístuje se zpět do Afghánistánu, kde uzavírá spojení s Tálibánem. Dochází ke spojení militantně radikálních islamistických skupin pod vedením Usáma bin Ládína s militantními skupinami z Bangladéše, Egypta, Saudské Arábie a Pákistánu.

Toto uskupení dostává název „Světová islámská fronta proti křižákům a Židům“, pozdější Al-Káida. Ještě před vznikem militantní Al-Káidy má bin Ládínova skupina na svědomí mnoho teroristických útoku. Skupina se přihlásila v roce 1993 k útoku na Světové obchodní centrum, v roce 1996 k útoku na Chotár Towers a v roce 1998 k teroristickému útoku na ambasády USA. Útoky Al-Káidy z 11. září 2001 na mrakodrapy v USA patří mezi nejznámější [14].

3.3 Islámský stát

Islámský stát vznikl na konci 20. století na území Iráku, ISIS patřil k teroristické organizaci Al-Káida, kterou později opustil a začal se více věnovat svým aktivitám na území Sýrie a Iránu, kde 3. 1. 2014 vybudoval vlastní Islámský stát, který nikdy nebyl přijat jako oficiální. Cílem přívrženců Islámského státu je obnova chalífátu a znovu sjednocení území, které mělo dříve muslimskou nadvládu. Útoky jsou s náboženským podtextem. Členové Islámského státu jsou zodpovědní za brutální ozbrojené konflikty.

Stoupenci hnutí už nejsou pouze z Iránu a Sýrie, ale z celého světa. V hnutí jsou muži, ženy i děti [15].

Na území Islámského státu musí být přísně dodržováno islámské právo šaría. Islámský stát používá k zastrašování brutální videa vražd svých odpůrců. V říjnu 2015 umístili bombu na palubu ruského letadla, které mířilo do Egypta. V témže období uskutečnili teroristický útok v Paříži, kde se jednalo o šest sebevražedných útoků, ke kterým bylo využito střelných zbraní i bomb. Útoky si vyžádaly 132 obětí. Teroristické akce se objevují po celém světě a hlásí se k nim různá uskupení, i když se jich aktivně nezúčastnily [16].

3.4 Špinavá bomba

Špinavá bomba je radiologická zbraň vytvořená s cílem rozšířit do životního prostředí radioaktivní látky se škodlivým biologickým účinkem. Špinavá bomba není jaderná zbraň z důvodu toho, že neobsahuje dostatečné množství štěpného materiálu k řetězové jaderné reakci. Nedochozí tedy k jadernému výbuchu.

Zařízení je složené ze dvou základních částí. První částí je konvekční trhavina, jejímž cílem je rozptýlit radioaktivní materiál do okolí. Druhou část tvoří radionuklidový zdroj ionizujícího záření, který může být vytvořený z radioaktivních látek standardně používaných v medicíně a výzkumu nebo v jaderné energetice. Dostupnost těchto látek je relativně nízká z důvodu kontroly nakládání s radioaktivními látkami příslušnými úřady vyspělých zemí [17].

3.4.1 Materiály vhodné pro výrobu špinavé bomby

Radioaktivních látek vhodných k výrobě špinavé bomby je nepochybně velké množství, vždy záleží na dostupnosti daného materiálu. Mezinárodní kontrolou jaderných materiálů k výrobě jaderných bomb se docílilo významného snížení rizika zneužití teroristy. Již použité radioaktivní látky, které by měli být uschovány do jejich celkového rozležení, zůstávají problémem. Tyto materiály mohou sloužit k radiologickému terorismu, zejména k výrobě špinavé bomby, často v postsovětských státech a zemích třetího světa vzhledem k nedostatečné kontrole. V těchto zemích mohou být materiály na výrobu špinavé bomby dostupné. Běžně se totiž používají v průmyslu, medicíně a výzkumu. Tyto materiály podléhají evidenci, ale ne vždy a všude jsou dostatečně kontrolovány.

Dle Mezinárodní agentury pro atomovou energii (IAEA) lze téměř v každé zemi nalézt radioaktivní látky, které mohou být zneužity pro výrobu špinavé bomby. Ve více jak 100 zemích není prováděna dostatečná kontrola a monitorování na úrovni, která by zabránila ztrátě či krádeži těchto látek. Je třeba konstatovat, že z milionů používaných zdrojů ionizujícího záření, jen velmi malé množství má aktivitu či vlastnosti, které by vedly ke vzniku závažných radiologických důsledků při jejich zneužití. Zdroje ionizujícího záření má povolení provozovat podle odhadu asi dvacet tisíc osob na celém světě [17].

Rovněž je v provozu asi 300 velkých ozařovacích zařízení sloužících pro průmyslové či výzkumné účely. Denně je dodáváno přibližně dvanáct tisíc zdrojů ionizujícího záření pro radiografii a defektoskopii. Zde je používán isotop Ir-192 s poločasem přeměny 73,9 dne. Z důvodů rychlého rozpadu je riziko zneužití vysoké.

Problematice opuštěných zdrojů ionizujícího záření, tj. zdrojů, které se z nějakého důvodu dostaly mimo regulační a kontrolní systém, je třeba věnovat mimořádnou pozornost a to zejména v zemích, které nejsou členy IAEA [18].

Tabulka 1: Některé radioaktivní prvky vhodné pro výrobu špinavé bomby³

<i>Izotop</i>	<i>Převládající typ záření</i>	<i>Doba přeměny</i>	<i>Využití</i>
¹³⁷ Cs	beta, doprovázené gama	30,07 roků	ozařování potravin, radioterapie, sterilizace zdravotnických pomůcek
⁹⁰ Sr	beta	28,79 roka	termoelektrické generátory, radioterapie
⁶⁰ Co	doprovázené gama, beta	5,27 roků	Sterilizace zdravotnických pomůcek, radioterapie, radiografie, ozařování potravin
uran	alfa	4,47 mld. roků (pro ²³⁸ U)	jaderné reaktory
²⁴¹ Am	alfa	432,2 roků	detektory dýmu
¹⁹² Ir	beta, doprovázené gama	73,83 dne	radiografie

3.4.2 Účinky špinavé bomby

Ničivý účinek špinavé bomby spočívá jednak v destruktivním efektu způsobeným klasickou trhavinou, tak z účinkem radioaktivity uvolněných

³ Zdroj: <https://www.valka.cz/13420-Spinava-bomba>

radioaktivních látek. Účinek uvolněné aktivity je závislý na druhu a množství použitého radioaktivního materiálu, hustoty obyvatelstva a stavebních materiálů použitých na místě výbuchu [17].

Při použití špinavé bomby není prvořadým úkolem zabíjet. Předpokládá se, že dojde k obětem na lidských životech již při samotném výbuchu konvenční trhavy, vždy zaleží na místě a síle výbuchu. Hlavním cílem teroristů je však zamoření radioaktivním materiálem a vyvolání paniky a strachu. Uvolněné radionuklidy mohou způsobit vnitřní ozáření z důvodu vdechnutí radioaktivních částic, které jsou rozptýlené do ovzduší v místě výbuchu. Dochází ke kontaminaci ran a k průniku radioaktivních částic do krevního řečiště.

Nebezpečím je také zevní ozáření z částic radioaktivního materiálu usazeného na povrchu zamořeného území. Nejvyšší míra zamoření bude v epicentru výbuchu, jež bude se vzrůstající vzdáleností klesat. Velikost radioaktivního zamoření bude vždy záležet na síle výbuchu, na použitém radioaktivním materiálu, na povětrnostních podmínkách a na geografickém profilu [17].

3.5 Rizika pro obyvatelstvo

Největším rizikem při útoku špinavou bombou je zranění tlakovou vlnou, zásah střepinou a vnitřní i vnější ozáření. Počet osob, které by obdržely tak vysoké dávky, že by se u nich mohl projevit deterministický účinek ozáření ve formě akutní nemoci z ozáření, bude velmi malý. U většiny osob budou převládat stochastické účinky ozáření. Znamená to, že nedojde k okamžitému úmrtí na nemoc z ozáření, ale zasažené osoby budou mít vyšší pravděpodobnost vzniku nádorového onemocnění [17].

3.5.1 Deterministické účinky

Deterministické účinky jsou spojené se zdravotním poškozením, pro které je charakteristická prahová dávka. S rostoucí dávkou se zvyšuje závažnost poškození. Deterministické účinky se též označují, jako tkáňová reakce na ozáření. Dochází k nim zejména v havarijních situacích. Rozsah poškození závisí jak na absorbované dávce a dávkovém příkonu, ale i na druhu záření a radiosenzitivě tkáně. Vyvolání tkáňových reakcí má pro každý typ tkáně různou prahovou hodnotu dávky. Při vysokých absorbovaných dávkách dochází v buněčné populaci tkáně k závažnému funkčnímu poškození a k řízené buněčné smrti, tzv. apoptóze. Buňka k tomuto kroku přistupuje

z důvodu zabránění přenosu poškození a mutací do dalších generací dceřiných buněk [19].

Obrázek 3: Závažnost deterministických biologických účinků ozáření se s dávkou zvyšuje (účinky se objevují nad určitou prahovou dávkou).⁴



Deterministické účinky jsou zpravidla zjistitelné zevním pozorováním. Za takové klinické projevy považujeme:

- Akutní nemoc z ozáření:** vzniká při celotělovém jednorázovém ozáření ionizujícím zářením; konkrétní forma akutní nemoci z ozáření závisí na absorbované dávce. Rozlišujeme tzv. dřevnou formu, střevní formu a neuropsychickou formu. První projevy akutní nemoci z ozáření lze pozorovat při jednorázové absorbované dávce 0,7 Gy.
- Akutní poškození kůže:** vzniká při lokalizovaném ozáření; prahová dávka ozáření se pohybuje kolem 3 až 4 Gy .
- Ozáření gonád:** pokles fertility u mužů již při prahové dávce 0,5 Gy, u žen nad 2 Gy.
- Účinek na plod a zárodek:** prahová dávka závisí na době od početí a může se projevit již při ekvivalentní dávce 0,1 Gy [20].

3.5.2 Stochastické účinky

Stochastické biologické účinky ionizujícího záření se vyskytují s pravděpodobnostím charakterem závislém na míře ozáření. K výskytu dochází po

⁴ Zdroj: <http://fbmi.sirdik.org/plugins/content/mavikthumbnails/thumbnails/300x254-images-stories-kapitola7-Obr-25.jpg>

uplynutí poměrně dlouhé doby. Následkem mohou být např. různé formy rakoviny [21]

K odhadu stochastických biologických účinků jsou používány nominální koeficienty rizika, pomocí nichž je možné předpovědět výskyt rakovinového onemocnění v ozářené populaci. Nominální koeficienty rizik z posledních dvou doporučení Mezinárodní komise pro radiační ochranu (ICRP) z roku 1990 a z roku 2007 jsou uvedeny v následující tabulce [20].

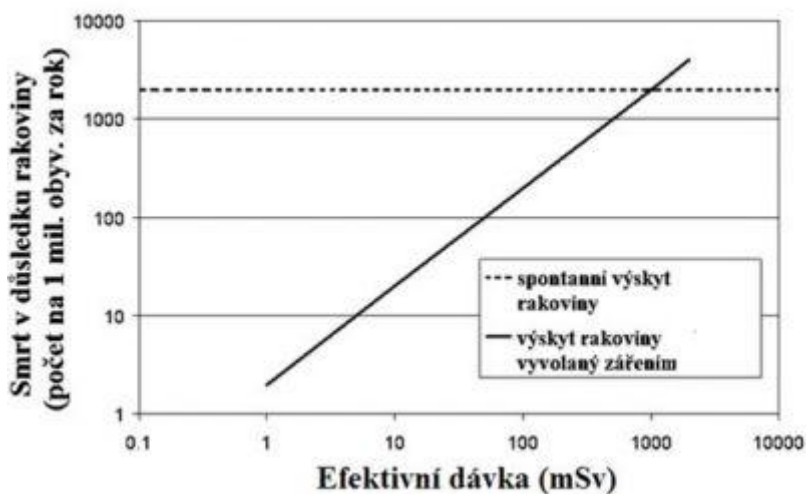
Obrázek 4: Nominální koeficienty rizika vztažené k úplné újmě pro stochastické účinky pro ozáření s malým dávkovým příkonem.⁵

Ozářené osoby	Nominální koeficient rizika (10^{-2} Sv^{-1})					
	Rakovina		Dědičné účinky		Celkem	
	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60	ICRP 103	ICRP 60
Celá populace	5,5	6,0	0,2	1,3	5,7	7,3
Dospělí	4,1	4,8	0,1	0,8	4,2	5,6

Porovnání spontánního výskytu rakoviny s výskytem rakoviny, který by vyvolalo ozáření v závislosti na efektivní dávce, je patrné z obr. 4.

⁵ Zdroj: <http://fbmi.sirdik.org/plugins/content/mavikthumbnails/thumbnails/500x186-images-stories-kapitola7-Obr-22.jpg>

Obrázek 5: Porovnání spontánního výskytu rakoviny s výskytem rakoviny, který by vyvolalo ozáření v závislosti na efektivní dávce. V této souvislosti je třeba vidět velikost ozáření v kontextu s přírodním radiačním pozadím (v České republice na úrovni 3 - 4 mSv/r).⁶



3.5.3 Ekonomické dopady po použití špinavé bomby

Pro teroristy je špinavá bomba velmi zajímavá. Poměr mezi ničivým efektem a náklady na výrobu hraje ve prospěch účinků. Vysoké náklady pocítí především společnost, zejména při zajištění zdravotní péče ve zdravotnických zařízeních, které by byly zahlceny osobami zasaženými výbuchem špinavou bombou. V případě útoku na velké město formátu Praha by pravděpodobně nastal i dopravní kolaps. Krizový štáb by musel řešit evakuaci zasažené části města [17].

Dále je nutné brát v úvahu dekontaminaci osob a techniky, případně i zamořeného životního prostředí. U některých objektů nebude dekontaminace možná nebo by byla ekonomicky neúnosná. Řešením je v tomto případě demolice. Bude samozřejmě zapotřebí použít těžké techniky při likvidačních pracích při odbagrování kontaminované půdy, oplácování ulic a odvoz zasažené suti. To vše bude stát nemalé peníze. Náklady na skladování a případnou likvidaci kontaminovaných materiálů budou vysoké [22].

Špinavá bomba tedy není zbraň hromadného ničení v pravém smyslu. Při srovnání s chemickými, biologickými či jadernými zbraněmi, nezpůsobuje velké ztráty na životech, jejím nejsilnějším účinkem je vyvolaná panika z radiofobie [22].

⁶ Zdroj: <http://fbmi.sirdik.org/plugins/content/mavikthumbnails/thumbnails/400x255-images-stories-kapitola7-Obr-23.jpg>

4 Ochrana obyvatelstva při útoku jadernými zbraněmi a radiologickém terorismu

Ochrana obyvatelstva je soubor činností a postupů orgánů s věcně příslušnou působností, orgánů, které jsou do ochrany zainteresovány, úkony jsou prováděny s cílem minimalizovat negativní dopad mimořádných událostí a krizových situací na zdraví a životy lidí a podmínek k životu. Plní opatření civilní ochrany, např. varování obyvatelstva, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a zabezpečení ochrany zdraví, života a majetku.

„Plnění úkolů v oblasti plánování, organizování a výkonu činností za účelem předcházení vzniku, zajištění připravenosti na mimořádné události a krizové situace a jejich řešení; ochranou obyvatelstva je dále plnění úkolů civilní obrany (viz Ženevské úmluvy z 12. srpna 1949.“ [21].

4.1 Varování

Varování je soubor organizačních a technických opatření, které mají za úkol včas informovat a varovat o hrozbě nebo mimořádné události. [23]

Tabulka 2 Zvukové signály⁷

Kolísavý tón	trvá 140 vteřin	všeobecná výstraha
Přerušovaný tón	trvá 1 minutu přerušovaného signálu, kde je 25 vteřin nepřerušovaného tónu	požární poplach (svolávání jednotek požární ochrany)
Nepřerušovaný tón	trvá 140 vteřin	zkušební tón (zkouška schopnosti sirén celostátně, prováděný každou první středu v měsíci)

4.1.1 Všeobecná výstraha

Je určena pro obyvatele. Je to jediný varovný signál pro civilní občany, signál je kolísavý tón, který je v délce 140 sekund je možné ho použít 3x po sobě, po zaznění všeobecné výstrahy je možné informovat i verbálně, tato informace by měla být na začátku a na konci opatřená zvukovým tónem a jedná se o 20 sekundové sdělení. Varování by mělo být včasné, stručné a určené pouze pro ohrožené obyvatele. Při mimořádných událostech musejí být obyvatele informováni i dalšími sdělovacími

⁷ Zdroj: <http://varujemevas.cz/vseobecna-vystraha/>

prostředky, např. rozhlasem, televizním sdělením, sms zprávou, která je bude informovat o dalších pokynech a úkonech. O varování obyvatel rozhoduje oprávněná osoba, OPIS IZS který tento úkon provádí pokud se jedná o nebezpečích z prodlení na dálku pomocí koncových prvků určených k varování, starosta obce dá pokyn OPISU, nebo přímým spuštěním sirém také může využít rozhlas, nebo jiné prvky k varování obyvatel, pokud o varování rozhoduje velitel zásahu, může využít způsoby stejné jako má starosta obce [23].

4.1.2 Tísňové informace

Jedná se o sekundární činnost prováděnou pro varování, soubor organizačních a technických opatření, které bezprostředně předávají informace o nebezpečí a opatření, které jsou nutné k ochraně života, zdraví a majetku, nejčastěji jsou předávané hromadnými prostředky. Za obsah sdělení je zodpovědný ten, kdo varování nařídil pro území, podle zákona č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému jsou sdělovací prostředky povinny tísňové informace předat obyvatelstvu[23].

4.2 Evakuace

Evakuace je základní činnost ochrany obyvatelstva, jedná se o opatření, která zabezpečují nejefektivnější přesunu osob, zvířat, vzácných předmětů s kulturní hodnotou, zařízení, stroje a nebezpečné látky, které by mohly ohrožovat zdraví obyvatelstva. Je prováděná, pokud jsou očekávané dlouhodobé nebo zhoršující podmínky pro život [24].

Evakuaci nepodléhají pracovníci podílející se na záchranných pracích, organizují evakuaci, nebo provádějí nezbytnou likvidaci. Jejich práce je neodkladná, k jejich ochraně jsou plánovaná nezbytná a nouzová opatření [25]

4.2.1 Druhy evakuace

Evakuace se dá rozdělit podle několika kritérií, např. podle rozsáhlosti evakuovaných objektů, časového hlediska, nebo podle způsobů realizace.

Objektová evakuace, pokud se jedná o menší objekt, malou budovu, administrativní budovy, provozovny a provoz, je prováděná podle požárních evakuačních plánů, nebo jiných dokumentů. U plošné evakuace jde o větší celek, kdy je potřeba evakuovat větší plocha.

Rozdělení podle doby trvání, krátkodobá evakuace, není potřeba dlouhodobě opustit domov, pro obyvatele není potřeba nouzového ubytování, úkony k nouzovému

přežití jsou prováděné v omezené míře, např. poskytnutí pití, deky. Při dlouhodobé evakuaci je potřeba zajištění nouzového ubytování, které osoba nemusí přijmout, pokud má vlastní náhradu, ale je nutné toto opatření nahlásit. Nouzové přežití je zde realizováno k zajištění základních potřeb, je nutné, aby událost znemožňující pobyt doma trvala více než jeden den [24]

4.2.2 Evakuační zavazadlo

Jedná se zavazadlo, které by mělo obsahovat důležité a potřebné věci při přechodném opuštění domova na delší dobu. Každá evakuovaná osoba by měla mít jedno zavazadlo pro sebe, u dospělého člověka se uvádí do hmotnosti 25 kg zavazadla a dítěte do 10 kg. Obsah by měl být co nejefektivnější a pro přežití v nouzovém ubytování.

Jídlo, pití a nádobí: pitná voda na dobu 2-3 dnů, trvanlivé potraviny, hrnek, misku a příbor, otvírák na konzervy. V případě evakuace domácího zvířete je nutné vzít krmivo.

Cennosti a dokumenty: identifikační průkaz, kartička pojišťovny, pojistné smlouvy a další také je potřeba si vzít peníze v hotovosti a platební karty

Léky a hygienické potřeby, oblečení, které je nutné v daném období, pláštěnku, náhradní prádlo, a vybavení na přespání.

Přístroje a zábava: mobilní telefon s nabíječkou, svítilna, náhradní baterie, kniha, společenská hra, pro malé děti hračky [25]

4.3 Ukrytí

Ukrytí se využívá, pokud nastanou mimořádné události nebo krizové situace v improvizovaných úkrytech, pokud nastane mimořádná událost úniku nebezpečných látek do ovzduší, CRBN terorismus a další je potřeba, aby obyvatelé nevycházeli z budov, nevětrali a ukryli se v místě, kde nejsou okna nebo se musejí spolu s dveřmi utěsnit, aby nedošlo k vniku látky do objektu. O vhodném ukrytí, jsou při události ohrožení občané informovány a dostávají i pokyny [26].

4.4 Dekontaminace

Jedná se o souhrn metod, postupů a prostředků k nejefektivnějšímu odstranění kontaminantů, cílem je snížení kontaminantu na úroveň, která je bezpečná a neohrožuje

zdraví a život. Metody dekontaminace jsou mechanické, kdy je využíváno odsávání, otírání, smývání. Fyzikální metoda znamená dekontaminaci odpařováním nebo ředěním a chemická dekontaminace je když se využívá reakce s činidly. Musí se provádět co nejrychleji [27].

Dezaktivace je odstranění radioaktivních kontaminantů, detoxikace proces při odstraňování toxických nebo jiných chemických látek, dezinfekce likvidace B-agens (biologických látek) usmrcením mikroorganismů[28].

4.4.1 Dezaktivace

Je dekontaminace radioaktivních látek, jedná se o souhrn metod, postupů a prostředků, které mají za úkol snížení ozáření osob z povrchové kontaminace. Dekontaminací nejde zmenšit ozáření, které je způsobeno vnitřně.

Při dezaktivaci se osoby musí, neustál přeměřovat jak před, tak i po dekontaminaci. Kontaminované osoby se musí svléknout z oblečení, které mají na sobě, to se poté dává do speciálních pytlů. První co, se při vlastní dezaktivaci dělá, je vysmrkání se do čistého papírového kapesníku, poté vypláchnutí očí a úst čistou vodou, ve sprše se musí využívat velmi teplá voda a klasické hygienické potřeby, je nutné omýt se i pořádně jak celé tělo, tak i vlasy a uši, po té se opět přeměří. Pokud jsou hodnoty pořád vysoké, musí se sprcha znova zopakovat. Další postup, který bude po dekontaminaci probíhat je určen specializovaný lékařem, který se bude při dekontaminaci přítomen. [29]

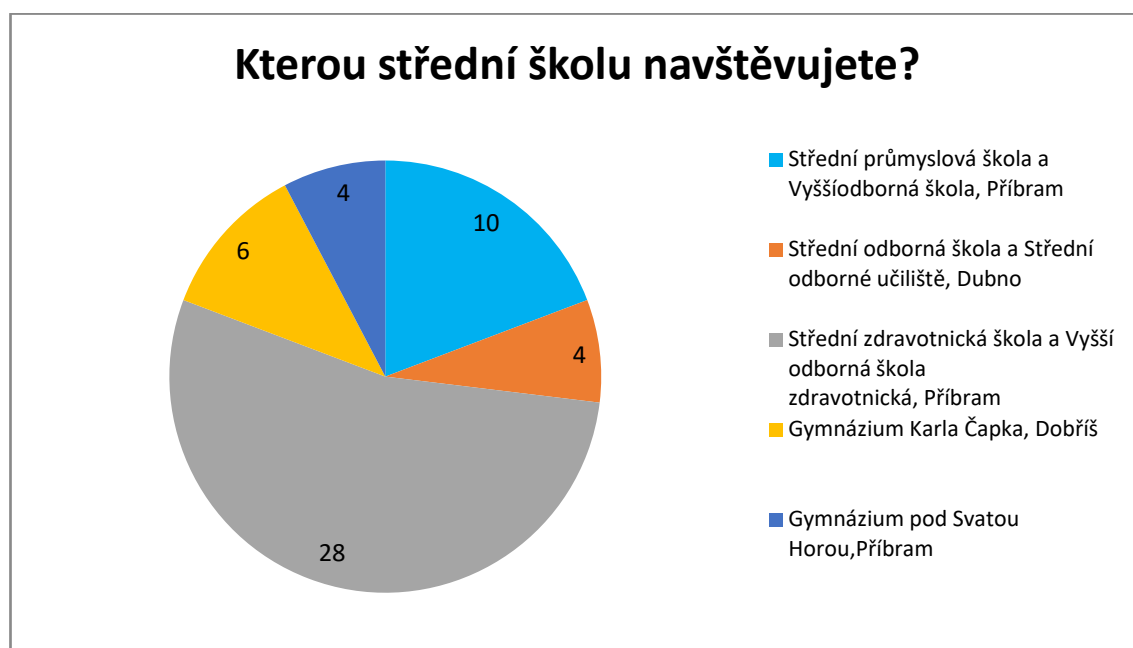
5 Praktická část

5.1 Dotazníkové šetření

Dotazníkového šetření se zúčastnili studenti středních škol na Příbramsku. Výzkum probíhal od září do listopadu roku 2018. Na dotazníkové šetření odpovědělo celkem 52 respondentů. Na Příbramsku se nachází 15 škol, ke každé škole, bylo přiděleno jedno číslo od 1 do 15 a pomocí online generátoru náhodných čísel jsem si vybrala školy, kde se dotazníkové šetření bude konat. K respondentům se dotazník dostával formou odkazu na Google Forms.

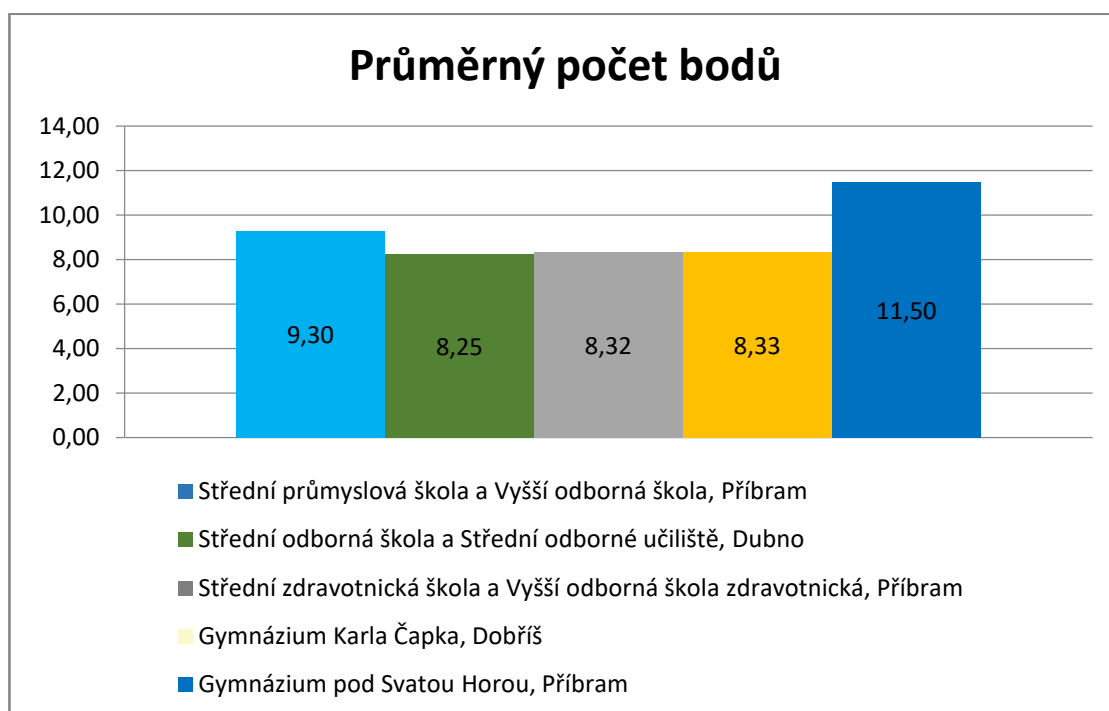
Otázka č. 1: Kterou střední školu navštěvujete?

Graf 1: odpovědi na otázku č. 1: kterou střední školu navštěvujete

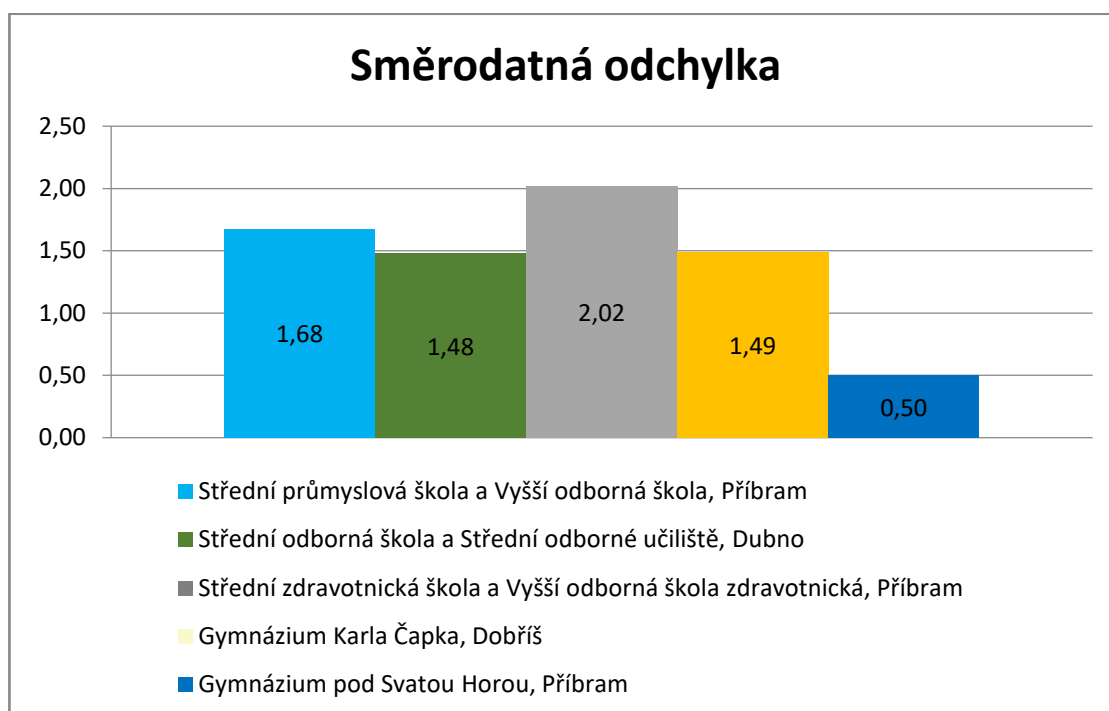


Z odpovědí vyplývá, že nejvíce studentů bylo ze Střední zdravotnické školy a Vyšší zdravotnické školy. Druhou nejpočetnější skupinou jsou studenti ze Střední průmyslové školy a Vyšší odborné školy v celkovém počtu 10 odpovědí. Gymnázium Karla Čapka, Dobříš se dotazníkového šetření účastnilo 6 odpověďmi. Střední odborná škola a Střední odborné učiliště Dubno a Gymnázium pod Svatou Horou měly stejný počet respondentů po 4.

Graf 2: Průměrný počet správných odpovědí dle jednotlivých SŠ

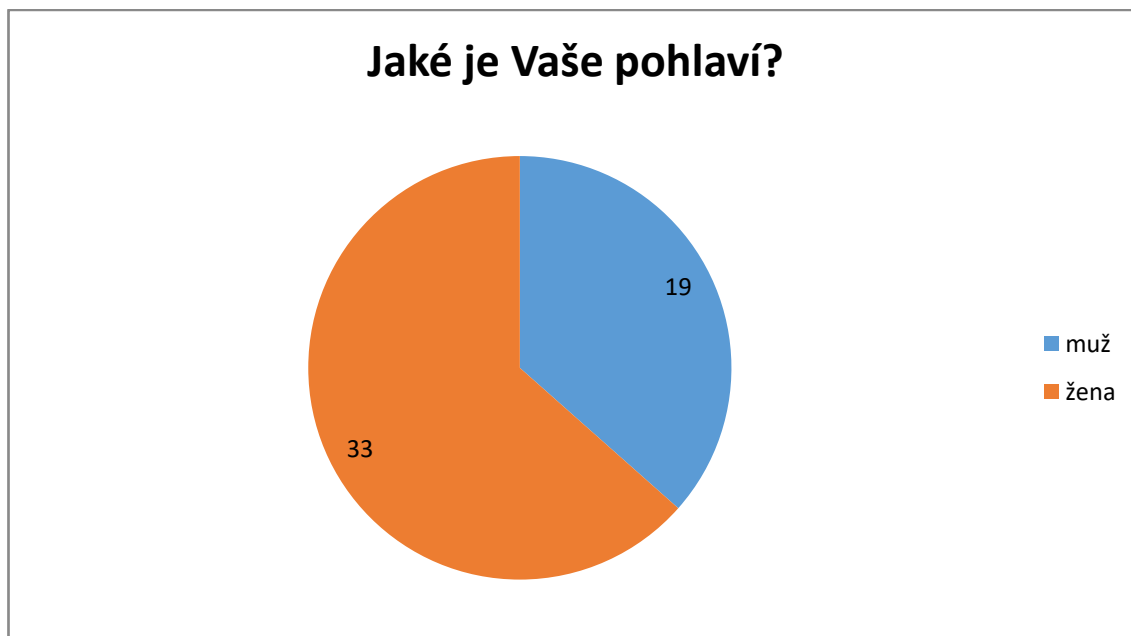


Graf 3: Směrodatná odchylka v počtu správných odpovědí dle SŠ



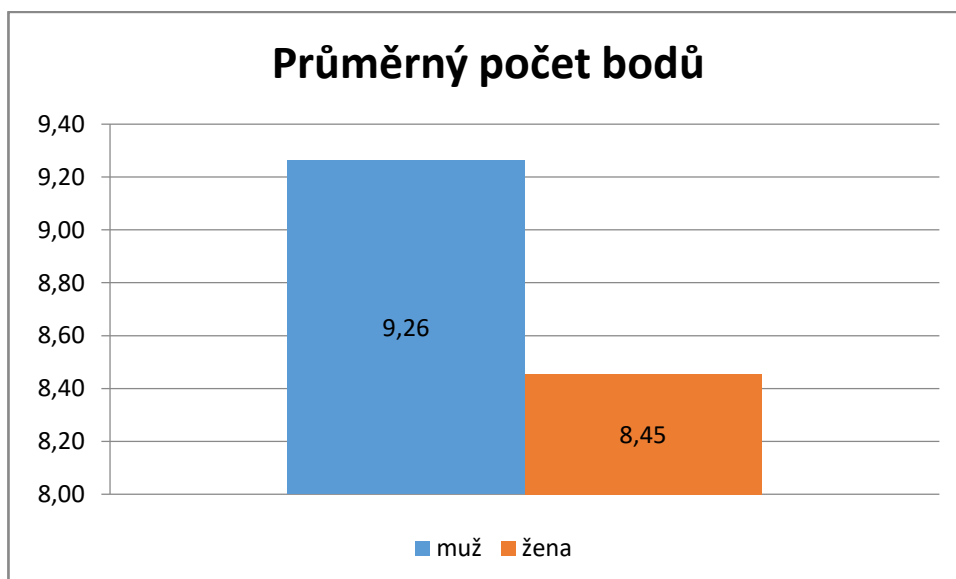
Otázka č. 2: Jaké je Vaše pohlaví?

Graf 4: odpovědi na otázku č. 2: jaké je Vaše pohlaví



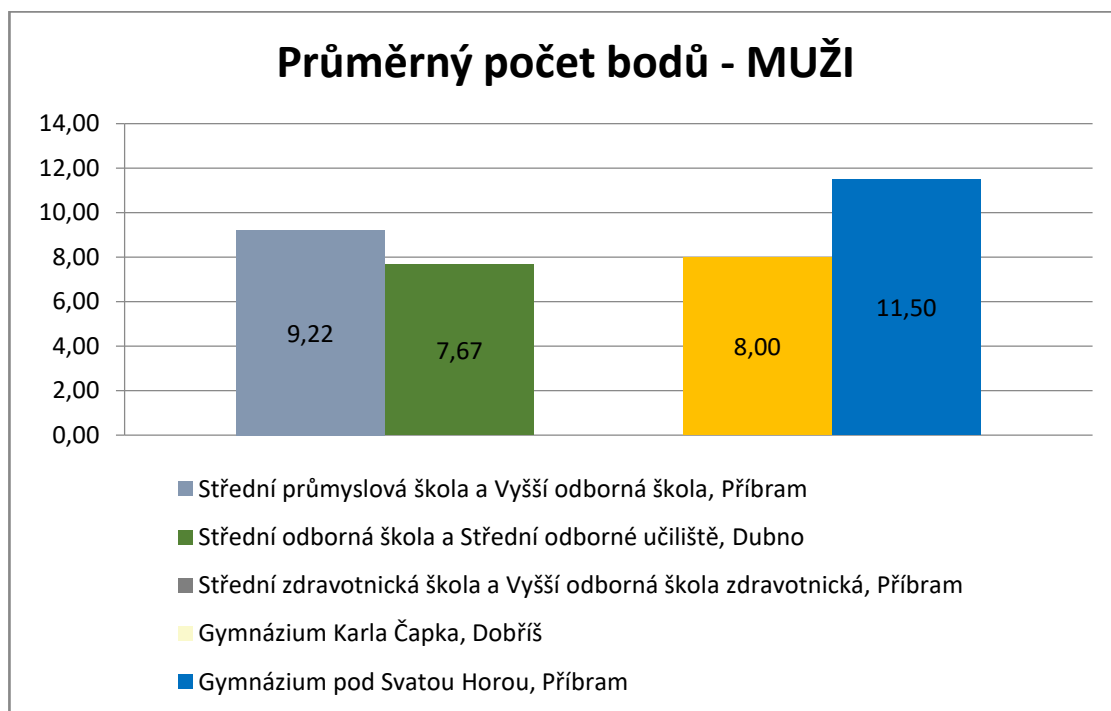
Graf č. 4 zobrazuje rozložení respondentů dle pohlaví. Z odpovědí plyne, že výzkumu se účastnily především ženy v počtu 33, muži v počtu 19. Průměrný počet správných odpovědí dle pohlaví je patrný z grafu č. 5.

Graf 5: Průměrný počet správných odpovědí dle pohlaví

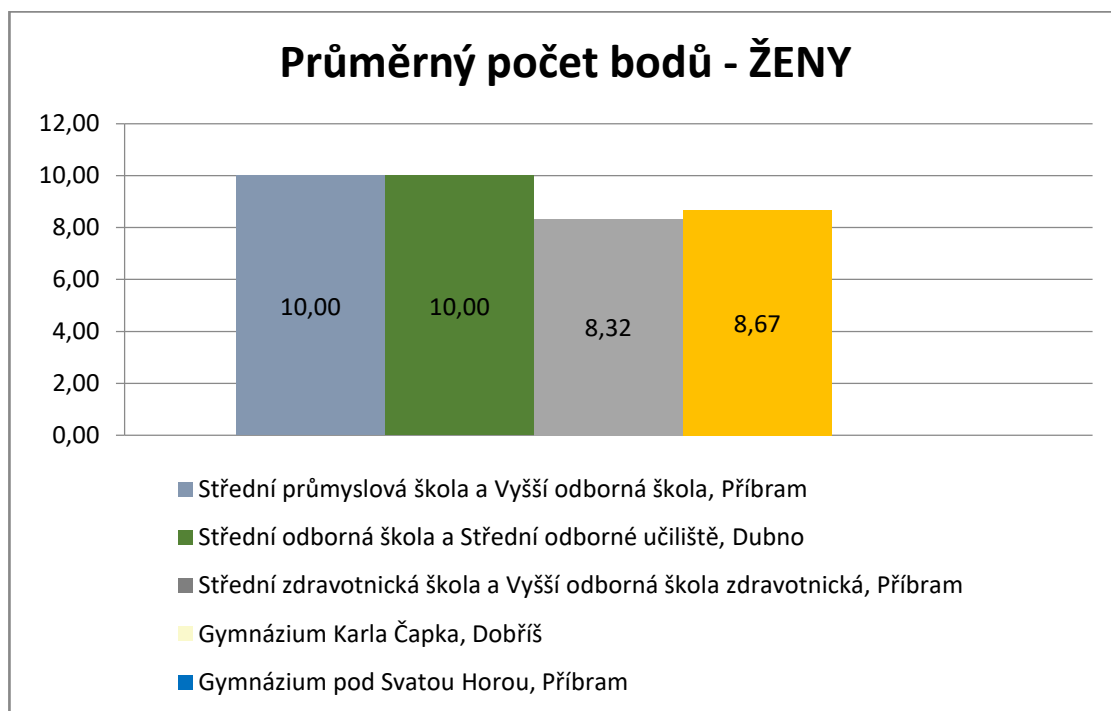


Grafy č. 6 a č. 7 počty správných odpovědí dle pohlaví a středních škol.

Graf 6: Průměrný počet bodů u mužů dle SŠ



Graf 7: Průměrný počet bodů u žen dle SŠ



Otázka č. 3: Které ministerstvo má na starost boj s terorismem?

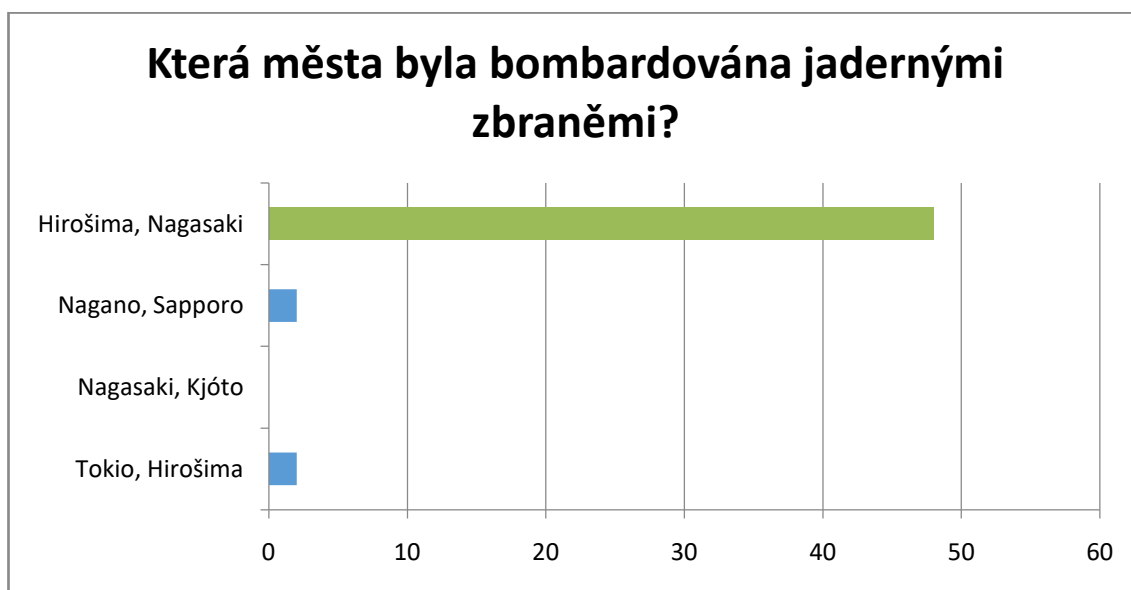
Graf 8: odpovědi na otázku č. 3: které ministerstvo má na starost boj s terorismem?



Na otázku číslo 3 odpověděli respondenti převážně nesprávně. Celkem 30 respondentů označilo chybně Ministerstvo obrany. Správnou odpověď, Ministerstvo vnitra, vybralo 22 respondentů.

Otázka č. 4: Která města byla bombardována jadernými zbraněmi?

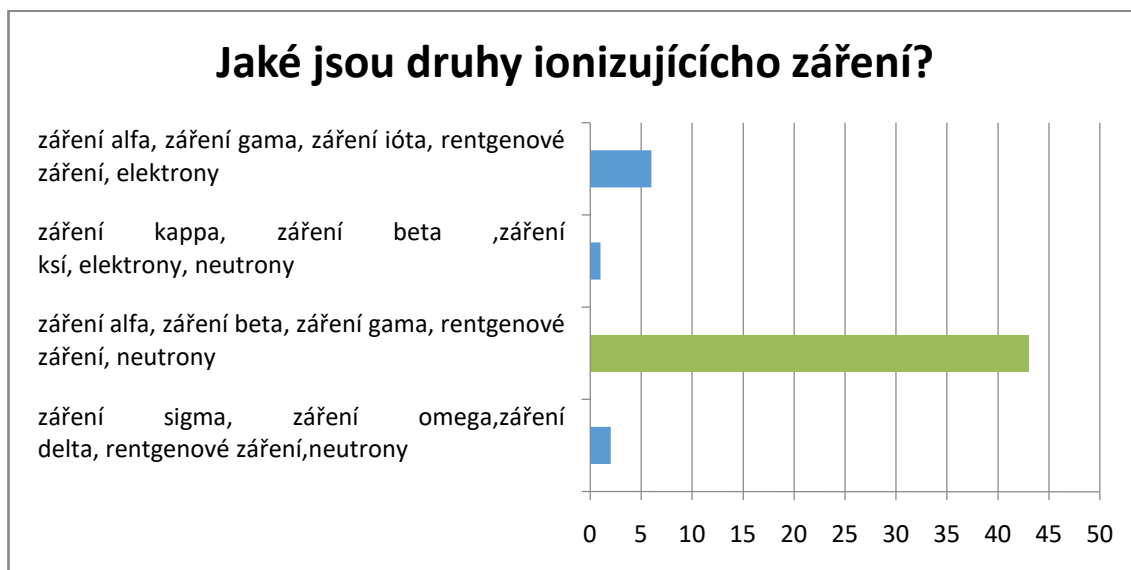
Graf 9: odpovědi na otázku č. 4: která města byla bombardována jadernými zbraněmi



Na otázku číslo 4, která zjišťovala základní znalosti o druhé světové válce, zvolila většina respondentů správnou možnost, 4 respondenti odpověděli špatně.

Otázka č. 5: Jaké jsou druhy ionizujícího záření?

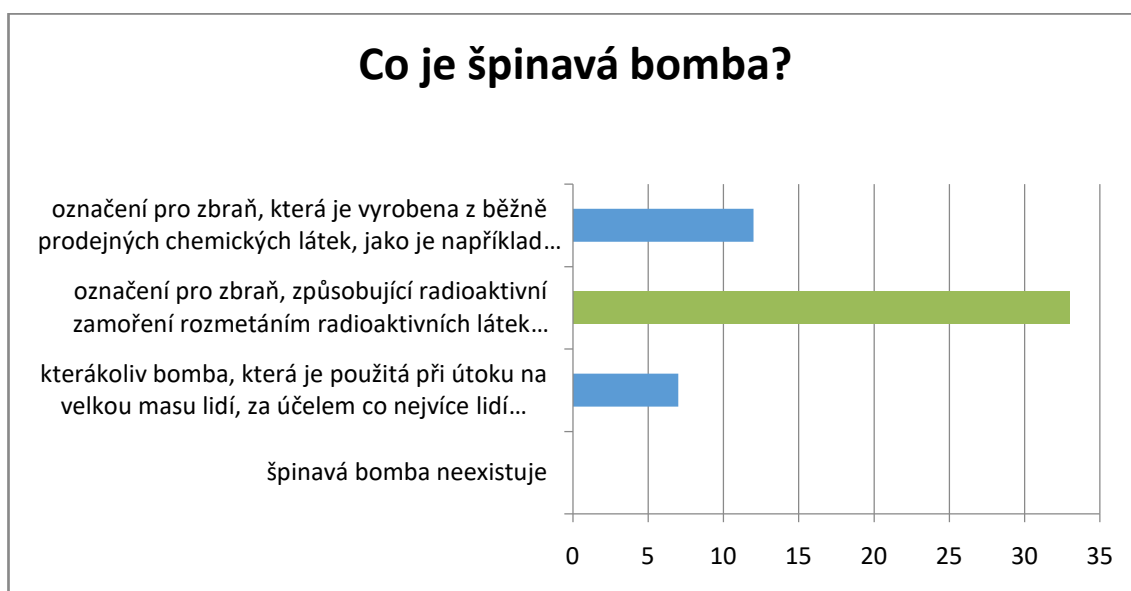
Graf 10: odpovědi na otázku č. 5: jaké jsou druhy ionizujícího záření



Nejčastější špatnou odpovědí bylo „záření alfa, beta, gama, záření ióta, rentgenové záření, elektrony“, kterou si vybralo 6 respondentů, další špatné odpovědi byly celkem 3. Správně odpovědělo 43 studentů.

Otázka č. 6: Co je špinavá bomba

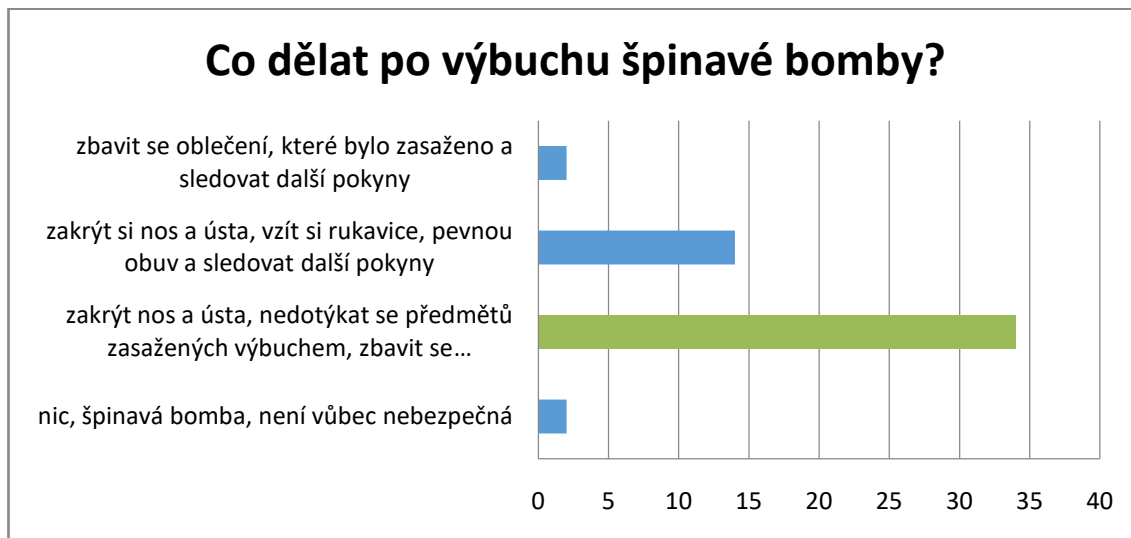
Graf 11 odpovědi na otázku č. 6: co je špinavá bomba



Na otázku číslo 6 odpověděla většina respondentů dobře. 12 respondentů odpovědělo, že špinavá bomba je označení pro zbraň vyrobenou z bělidla nebo sava, dalších 7 odpovědí bylo, že se jedná o bombu, která má za úkol co nejvíce lidí zabít.

Otázka č. 7: Co dělat po výbuchu špinavé bomby

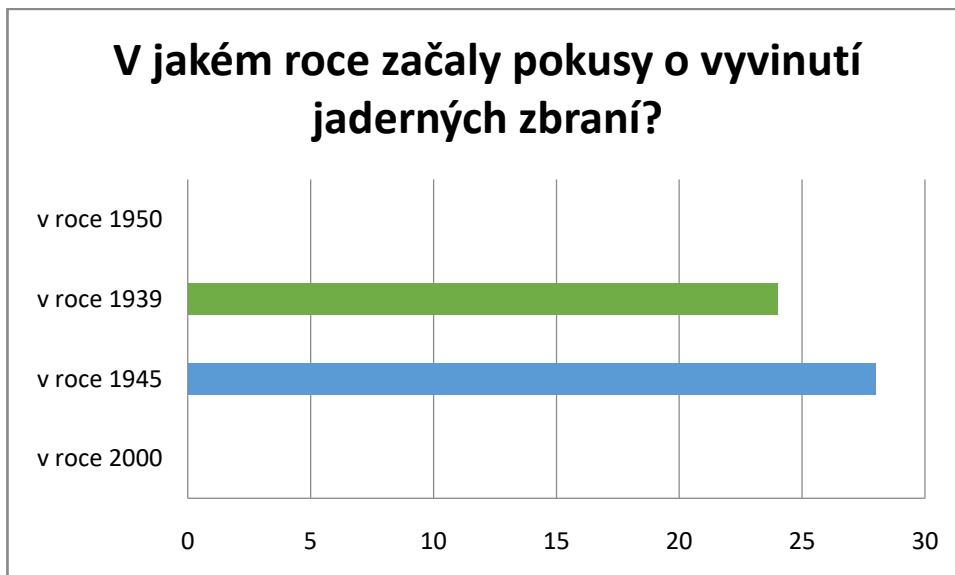
Graf 12: odpovědi na otázku č. 7: co dělat po výbuchu špinavé bomby



Otázka číslo 7, zaměřená na další informace týkající se špinavé bomby, odpovědělo 34 studentů správně. 14 respondentů označilo možnost „zakrýt nos a ústa, pevnou obuv a rukavice“, další dvě odpovědi byly vybrány 2 respondenty.

Otázka č. 8: V jakém roce začaly pokusy o vyvinutí jaderných zbraní?

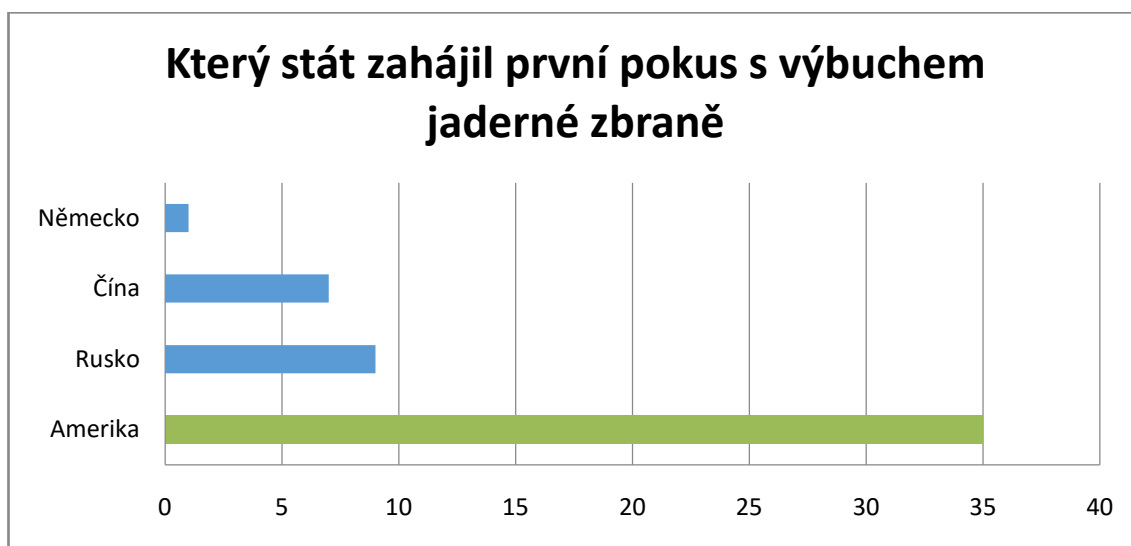
Graf 13: odpovědi na otázku č. 8: v jakém roce začaly pokusy o vyvinutí jaderných zbraní



Otázka číslo 8 zjišťovala, zdali mají studenti vědomosti o zkouškách jaderných zbraní. 28 respondentů odpovědělo špatně, dle jejich odpovědí, byly první pokusy v roce 1945. 24 respondentů odpovědělo správně.

Otázka č. 9: Který stát zahájil první pokus s výbuchem jaderné zbraně?

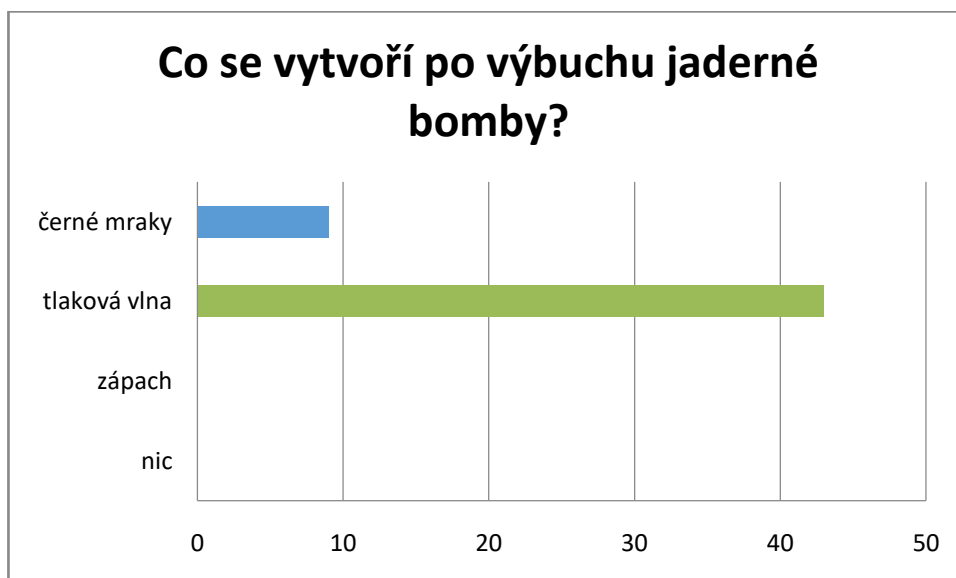
Graf 14 odpovědi na otázku č. 9: který stát zahájil první pokus s výbuchem jaderné zbraně



Otázka č. 9 byla dále směřována na jaderné pokusy. V této otázce bylo více správných odpovědí než v předchozí otázce. Celkem 35 studentů zvolilo správnou odpověď. Nejčastější chybnou odpovědí bylo Rusko, kterou označilo 9 studentů, Čínu označilo 7 respondentů.

Otázka č. 10: Co se vytvoří po výbuchu jaderné bomby?

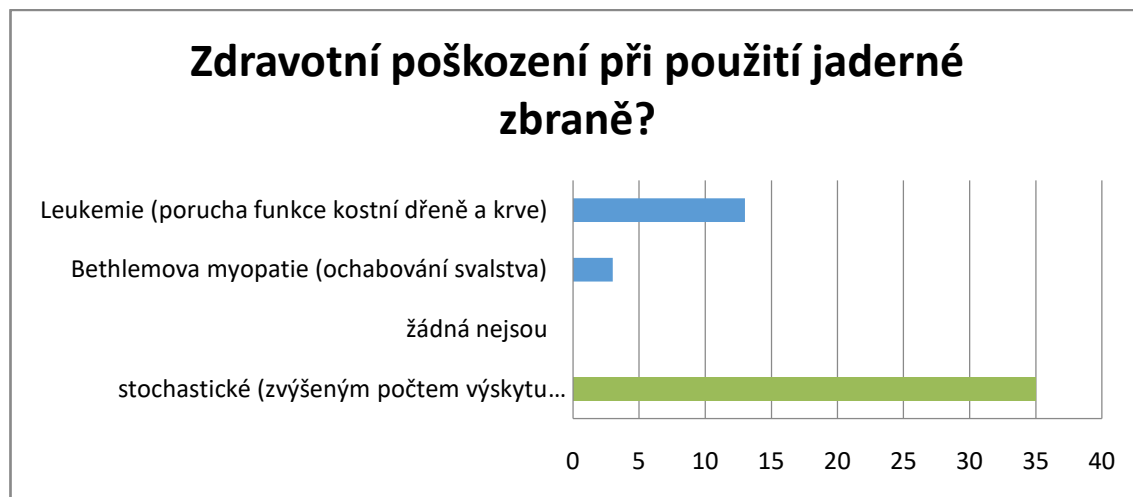
Graf 15: odpovědi na otázku č. 10: co se vytvoří po výbuchu jaderné bomby



Na otázku č. 10 odpovědělo správně 43 respondentů, 9 vybralo černé mraky.

Otázka č. 11: Zdravotní poškození při použití jaderné zbraně

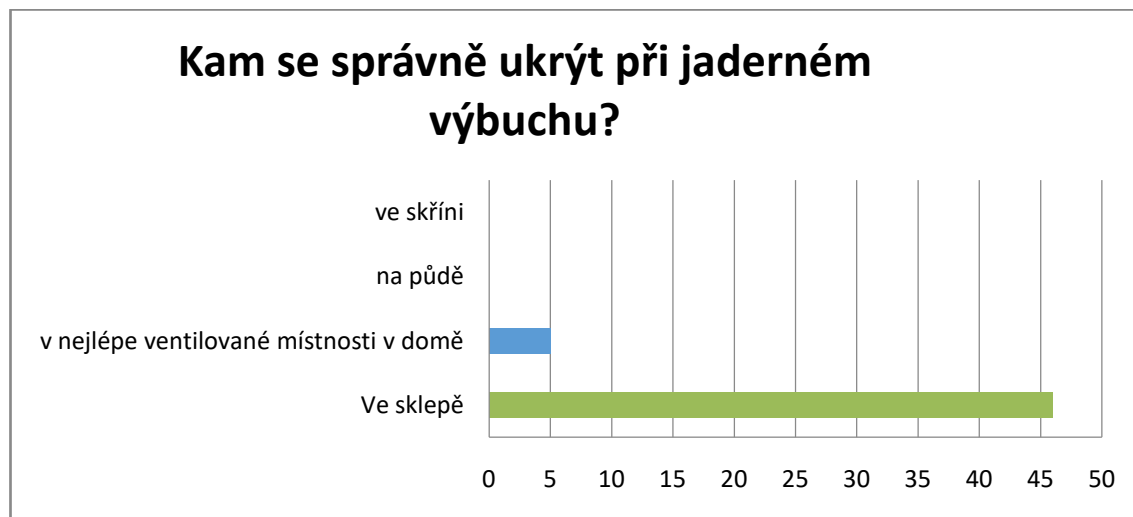
Graf 16 odpovědi na otázku č. 11: zdravotní poškození při použití jaderné zbraně



V otázce č. 11 správnou odpověď věděla převážná většina respondentů, kdy 35 označilo stochastické účinky. Častou chybnou odpovědí byla leukemie, celkem 13 respondentů.

Otázka č. 12: Kam se správně ukrýt při jaderném výbuchu?

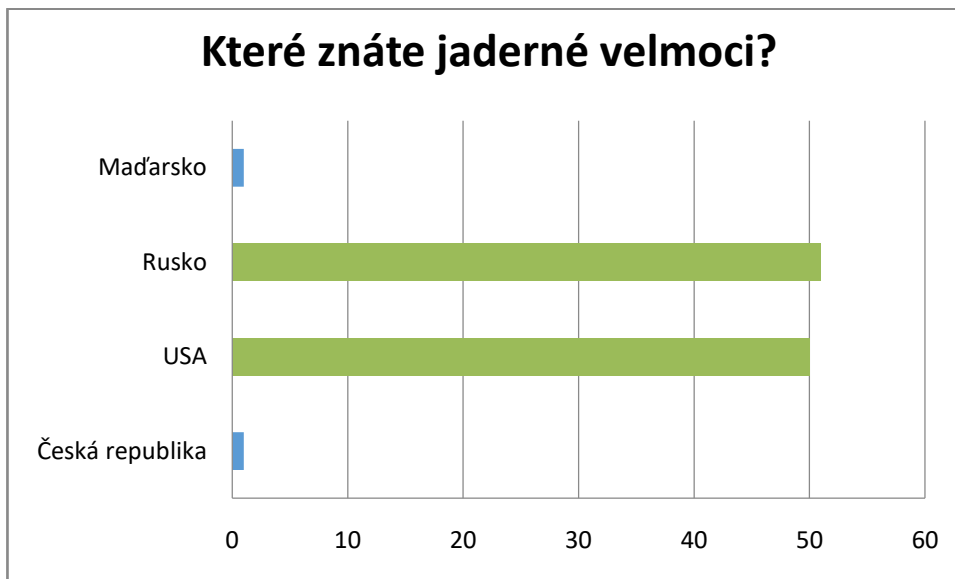
Graf 17: odpovědi na otázku č. 12: kam se správně ukrýt při jaderném výbuchu



Otázka č. 12 byla zaměřená na znalosti ochrany obyvatel při útoku. 46 respondentů má správné znalosti o tom, kam se ukrýt. 5 respondentů odpovědělo v nejlépe ventilované místnosti v domě, tato odpověď byla špatná. Celkem 91 % respondentů ví, jak se při útoku zachovat.

Otázka č. 13: Které znáte jaderné velmoci

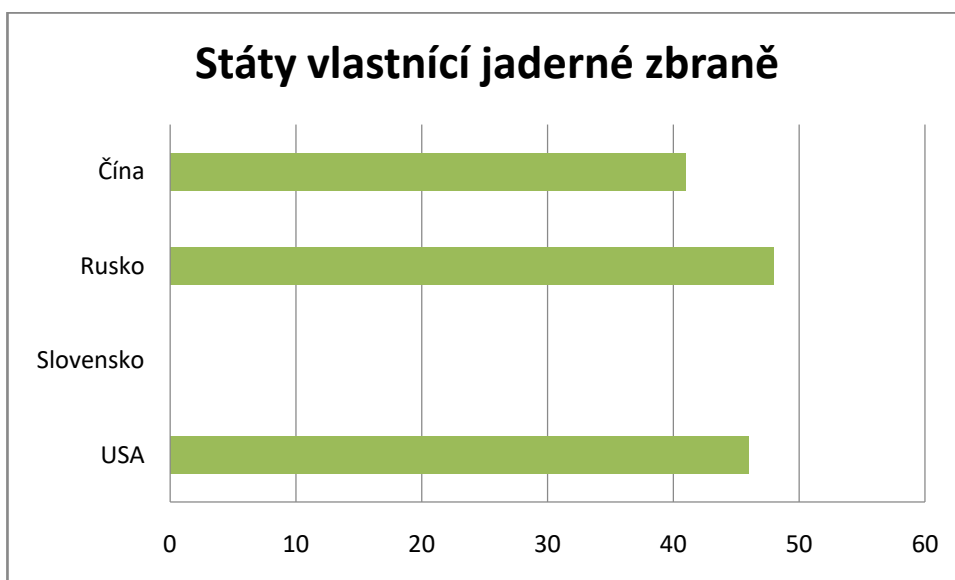
Graf 18: odpovědi na otázku č. 13: které znáte jaderné velmoci



Na otázku č. 13 bylo možné označit více správných odpovědí, správně vybralo obě dvě odpovědi 47 respondentů, ostatní respondenti odpověděli špatně, nebo označili pouze jednu správnou odpověď.

Otázka č. 14: Státy vlastníci jaderné zbraně

Graf 19: odpovědi na otázku č. 14: státy vlastníci jaderné zbraně

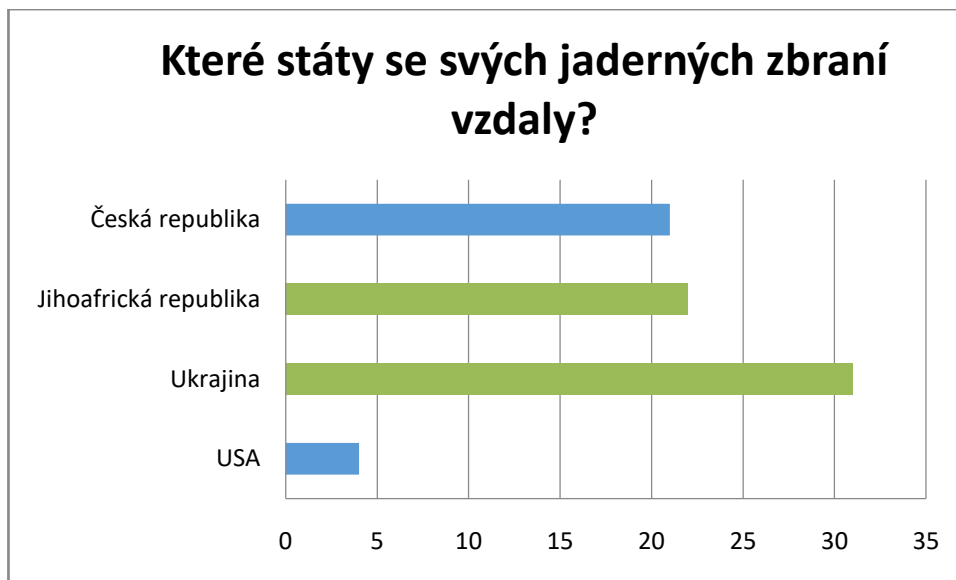


Otázka č. 14 měla více správných odpovědí, všechny tři odpovědi správně označilo 34 respondentů. Většina neoznačila všechny tři správné odpovědi současně.

Respondenti věděli, že Rusko vlastní jaderné zbraně. USA a Čína byly již označovány méně. Špatnou odpověď „Slovensko“ neoznačil žádný respondent.

Otázka č. 15: Které státy se svých jaderných zbraní vzdaly?

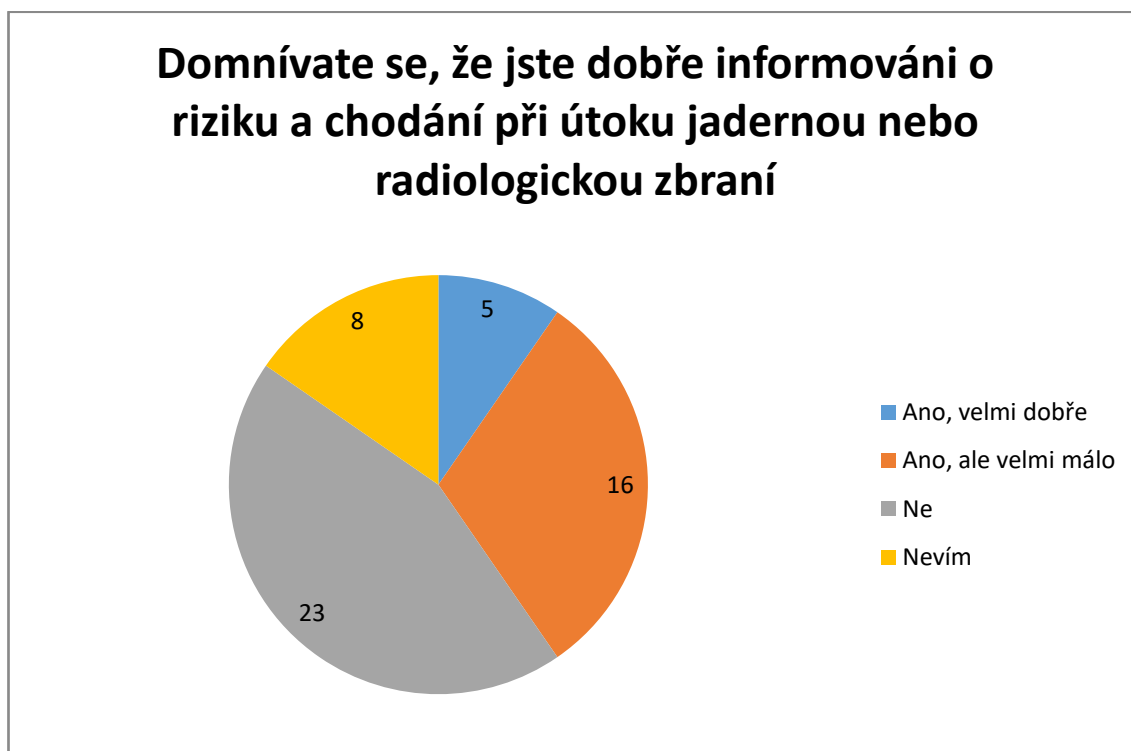
Graf 20: odpovědi na otázku č. 15: které státy se svých jaderných zbraní vzdaly



Na tuto otázku vědělo úplnou správnou odpověď pouze 11 respondentů, většina správně označila Ukrajinu a Jihoafrickou republiku. Další velmi častou chybnou odpovědí byla Česká republika, kterou označilo 21 studentů.

Otázka č. 16: Domníváte se, že jste dobře informováni o riziku a chování při útoku jadernou nebo radiologickou zbraní?

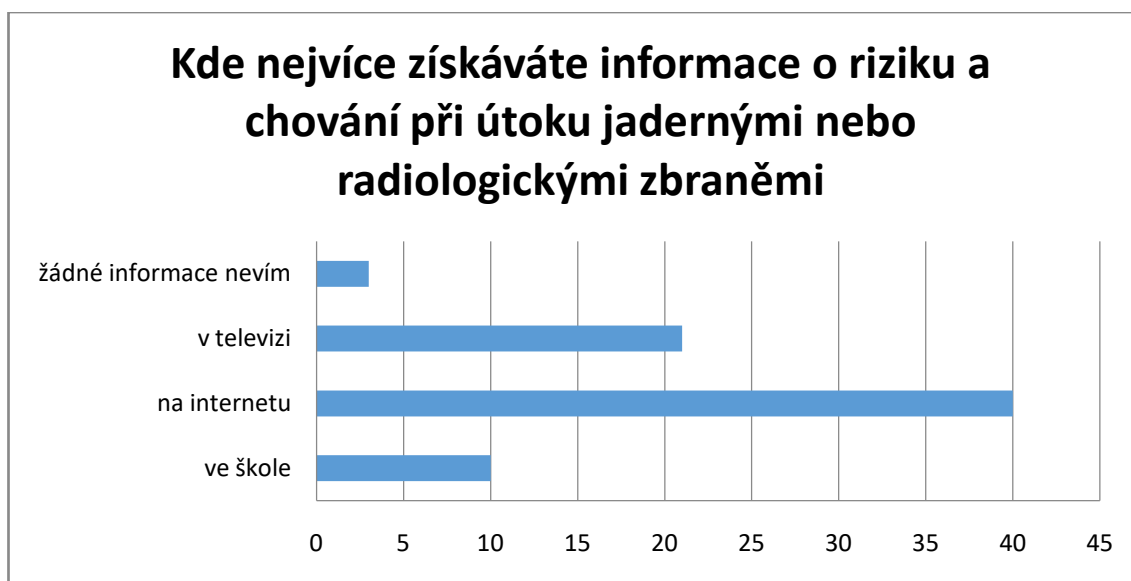
Graf 21 odpovědi na otázku č. 16: domníváte se, že jste dobře informováni o riziku a chování při útoku jadernou nebo radiologickou zbraní



Nejvíce respondentů, v počtu 23, odpovědělo, že nemají informace o chování při útoku. Další skupina respondentů by základní informace věděla, ale jejich znalosti nejsou natolik velké, aby si v tom byli zcela jistí. 8 dotázaných označilo odpověď, že neví, co by při útoku mělo dělat.

Otázka č. 17: Kde nejvíce získáváte informace o riziku a chování při útoků jadernými nebo radiologickými zbraněmi

Graf 22: odpovědi na otázku č. 17: kde nejvíce získáváte informace o riziku a chování při útoku jadernými nebo radiologickými zbraněmi



Zde si mohli respondenti vybrat více možností. Nejčastěji informace získávají na internetu - celkem 40 lidí, kdy je to vzhledem k dnešní době velmi pochopitelné. Další častou odpovědí bylo, že informace získávají v televizi, „ve škole“ označilo pouze 10 dotázaných. Lze říct, že informace předávané studentům, nejsou dostačující, nebo je studenti neznají. „Žádné informace nevím“ označili 3 respondenti. Z toho lze říci, že studenti informace nejčastěji získávají sami a nejsou jim předávány ve výuce.

5.2 Statistické zpracování

1) Formulace statistického šetření

- **Hromadný náhodný jev:** měření znalostí studentů středních škola na Příbramsku.
- **Statistická jednotka:** student střední školy.
- **Statistický znak:** znalosti v problematice radiologického terorismu a ochrany obyvatelstva.
- **Hodnota statistického znaku:** míra znalostí studenta vyjádřená počtem správných odpovědí v dotazníku.
- **Základní statistický soubor:** 52 studentů.
- **Výběrový statistický soubor:** viz základní statistický soubor.

2) Škálování

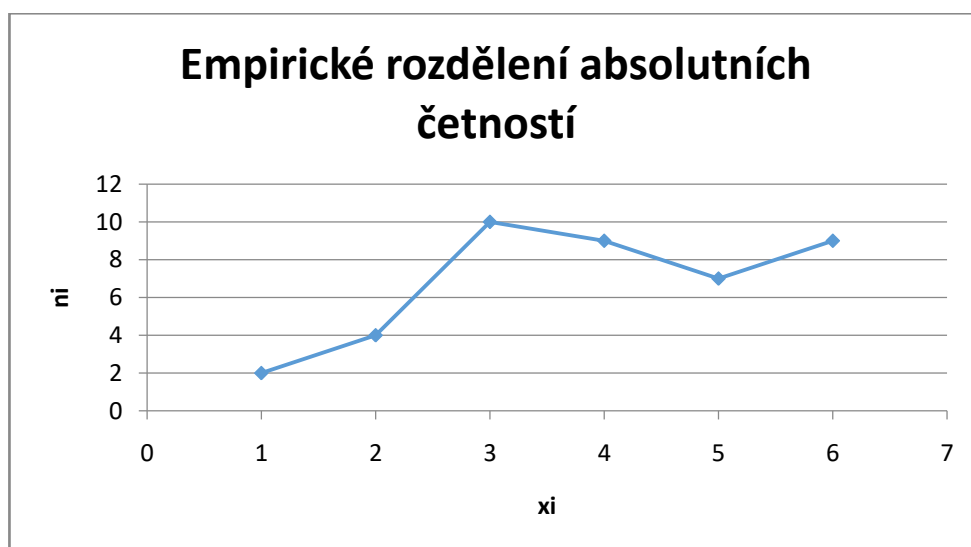
V rámci dotazníkového šetření bylo získáno celkem 52 vyplněných dotazníků. Dosažené počty správných odpovědí leží v intervalu $\langle 4;12 \rangle$. Pomocí Sturgesova pravidla byl vypočten vhodný počet prvků škály $k = 7$. Pro účely tohoto statistického šetření byla zvolena kvantitativní metrická škála. Jednotlivé škály jsou: $(-\infty; 5 \rangle$, $6 \rangle$, $\langle 7 \rangle$, $\langle 8 \rangle$, $\langle 9 \rangle$, $\langle 10 \rangle$, $\langle 11; +\infty \rangle$.

3) Elementární statistické zpracování

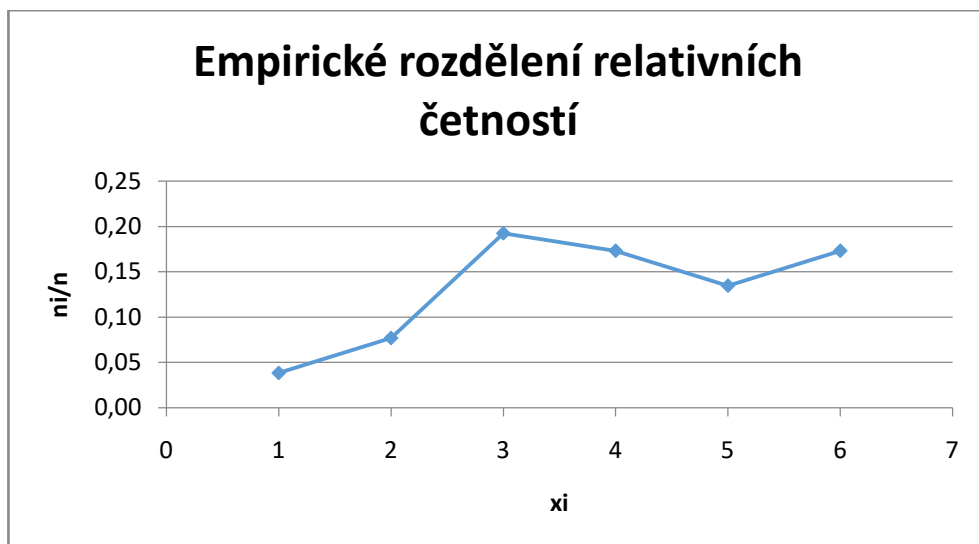
Základní rozřídění dat a výpočet pomocných hodnot je v tabulce č. 2. Grafickou distribuci pak zobrazuje graf č. 18 – 20.

Tabulka 3: Tabulka elementárního statistického zpracování

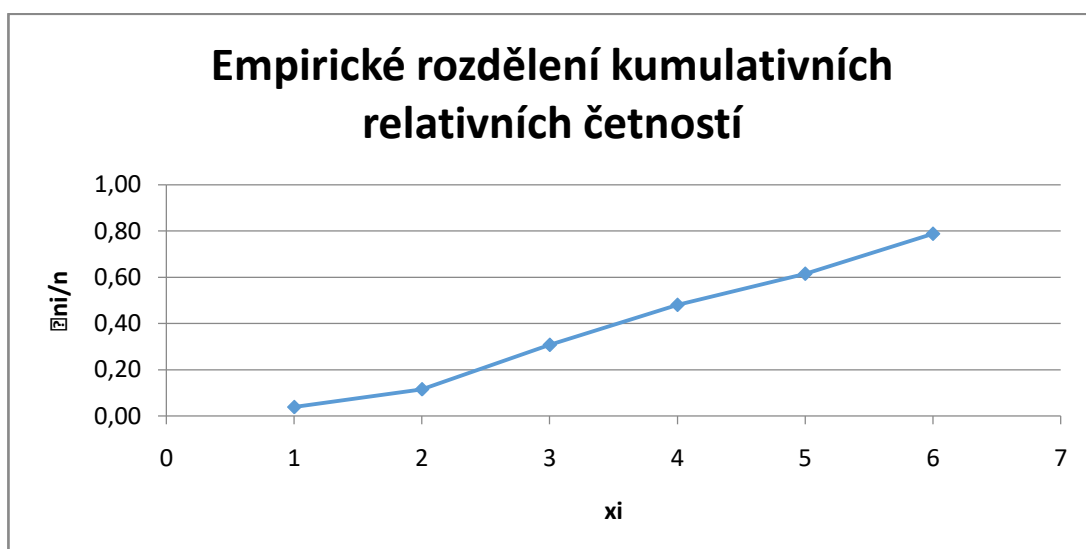
x_i	n_i	$\sum n_i$	n_i/n	$\sum n_i/n$	$n_i x_i$	$n_i x_i^2$	$n_i x_i^3$	$n_i x_i^4$
$(-\infty; 5 \rangle$	4,5	2	0,04	0,04	9	40,5	182,25	820,125
$\langle 6 \rangle$	6	4	0,08	0,12	24	144	864	5184
$\langle 7 \rangle$	7	10	0,19	0,31	70	490	3430	24010
$\langle 8 \rangle$	8	9	0,17	0,48	72	576	4608	36864
$\langle 9 \rangle$	9	7	0,13	0,62	63	567	5103	45927
$\langle 10 \rangle$	10	9	0,17	0,79	90	900	9000	90000
$\langle 11; +\infty \rangle$	11,5	11	0,21	1,00	126,5	1454,75	16729,63	192390,7
	52				454,5	4172,25	39916,88	395195,8



Graf 23: Empirické rozdělení absolutních četností



Graf 24: Empirické rozdělení relativních četností



Graf 25: Empirické rozdělení kumulativních relativních četností

Empirické parametry

- 1) parametr polohy – aritmetický průměr

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum n_i x_i = \frac{454,5}{52} = 8,74;$$

- 2) parametry variability – rozptyl, směrodatná odchylka

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum n_i (x_i - \bar{x})^2 = \frac{199,75}{52} = 3,84;$$

$$s_x = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{3,84} = 1,96;$$

- 3) parametr šikmosti – koeficient šikmosti

$$N_3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (n_i (x_i - \bar{x})^3)}{\sigma^{\frac{3}{2}}} = \frac{0,81}{7,53} = -0,11;$$

Vzhledem k tomu, že je koeficient šikmosti záporný, mají prvky škály napravo od aritmetického průměru vyšší četnosti. Nicméně, koeficient je blízký nule, což je typické například pro Gaussovo rozdělení a znamená to, že jsou naměřené hodnoty poměrně rovnoměrně rozložené napravo i nalevo od aritmetického průměru.

4) parametr špičatosti – koeficient špičatosti

$$N_4 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^k (n_i (x_i - \bar{x})^4)}{\sigma^4} = \frac{31,29}{14,75} = 2,12.$$

Ideální hodnota pro Gaussovo normální rozdělení je 3. Vzhledem k tomu, že koeficient vyšel kladný a je menší než 3, lze tento výsledek interpretovat tak, že naměřené hodnoty jsou v průměru nižší a empirická distribuce dat je spíše „plošší“, než by odpovídalo Gaussovu normálnímu rozdělení.

Neparametrické testování – Pearsonův χ^2 -test dobré shody

Nejprve stanovíme nulovou a alternativní hypotézy H_0 a H_a

H_0 : Empirické rozdělení četností lze nahradit Gaussovým rozdělením.

H_a : Empirické rozdělení četností nelze nahradit Gaussovým rozdělením.

Vzorec pro experimentální hodnotu χ^2 -testu

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

Vzorec pro Laplaceovu distribuční funkci je

$$F(t) = \int_{-\infty}^t \rho(u) du; \quad u_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s_x}.$$

Výpočet normované funkce u_i :

$$u_1 = \frac{x_1 - \bar{x}}{s_x} = \frac{4,5 - 8,74}{1,96} = -2,164,$$

$$u_2 = \frac{x_2 - \bar{x}}{s_x} = \frac{6 - 8,74}{1,96} = -1,398,$$

$$u_3 = \frac{x_3 - \bar{x}}{s_x} = \frac{7 - 8,74}{1,96} = -0,888,$$

$$u_4 = \frac{x_4 - \bar{x}}{s_x} = \frac{8 - 8,74}{1,96} = -0,378,$$

$$u_5 = \frac{x_5 - \bar{x}}{s_x} = \frac{9 - 8,74}{1,96} = 0,132,$$

$$u_6 = \frac{x_6 - \bar{x}}{s_x} = \frac{10 - 8,74}{1,96} = 0,643,$$

$$u_7 = \frac{x_7 - \bar{x}}{s_x} = \frac{11,5 - 8,74}{1,96} = 1,408.$$

Výpočet pravděpodobnostní funkce p_i :

$$p_1 = \int_{-\infty}^{-2,164} \rho(u) du = F(-2,164) = 0,015.$$

$$p_2 = \int_{-2,164}^{-1,398} \rho(u) du = F(-1,398) - F(-2,164) = 0,065.$$

$$p_3 = \int_{-1,398}^{-0,888} \rho(u) du = F(-0,888) - F(-1,398) = 0,106.$$

$$p_4 = \int_{-0,888}^{-0,378} \rho(u) du = F(-0,378) - F(-0,888) = 0,165.$$

$$p_5 = \int_{-0,378}^{0,132} \rho(u) du = F(0,132) - F(-0,378) = 0,200.$$

$$p_6 = \int_{0,132}^{0,643} \rho(u) du = F(0,643) - F(0,132) = 0,187.$$

$$p_7 = \int_{0,643}^{\infty} \rho(u) du = F(\infty) - F(0,643) = 0,065.$$

4) výpočet teoretického absolutního rozdělení četností np_i

$$np_1 = 52 * 0,015 = 0,800.$$

$$np_2 = 52 * 0,065 = 3,40.$$

$$np_3 = 52 * 0,106 = 5,51.$$

$$np_4 = 52 * 0,165 = 8,59.$$

$$np_5 = 52 * 0,200 = 10,38.$$

$$np_6 = 52 * 0,187 = 9,73.$$

$$np_7 = 52 * 0,065 = 3,38.$$

5) sloučení intervalů s absolutními četnostmi $n_i < 5$

$$np_{1+2} = 0,80 + 3,40 = 4,20.$$

6) výpočet experimentální hodnoty Pearsnova χ^2 -testu χ_{exp}^2

$$\chi_{exp}^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - np_i)^2}{np_i} = \frac{3,242}{0,800} + \frac{20,156}{5,510} + \frac{0,166}{8,592} + \frac{11,471}{10,387} + \frac{0,539}{9,734} + \frac{6,639}{13,577} = 6,098$$

Tabulka 4: Přehled výpočtů Pearsonova χ^2 -testu dobré shody

x_i	n_i	u_i	$F(u)$	p_i	np_i	np_i (sl)	$(n_i - np_i)^2$	$(n_i - np_i)^2 / np_i$	
$(-\infty; 5>$	4,5	2	-2,164	0,01539	0,0154	0,800	4,19952	3,241728	0,771928
$<6>$	6	4	-1,398	0,08076	0,065	3,399			
$<7>$	7	10	-0,888	0,18673	0,106	5,510	5,51044	20,15615	3,657811
$<8>$	8	9	-0,378	0,35197	0,165	8,592	8,59248	0,166073	0,019328
$<9>$	9	7	0,132	0,55172	0,200	10,387	10,387	11,47177	1,104435
$<10>$	10	9	0,643	0,73891	0,187	9,734	9,73388	0,53858	0,05533
$<11; +\infty)$	11,5	11	1,408	1	0,261	13,577	13,57668	6,63928	0,489021

7) zjištění oboustranné kritické teoretické hodnoty Pearsnova χ^2 -testu χ_{teor}^2

$$\chi_{teor}^2 = \chi_v^2 = \chi_{k-r-1}^2 = \chi_{7-2-1}^2 = \chi_4^2 \Rightarrow \chi_4^2 = 11,4 \text{ pro } \alpha/2 = 0,025$$

8) sestavení intervalu spolehlivosti na hladině významnosti $\alpha/2 = 0,025$

$$W \in (-\infty; -\chi_{k-r-1}^2) \cup (\chi_{k-r-1}^2; +\infty) \Rightarrow W \in (-\infty; -11,14) \cup (11,14; +\infty)$$

9) přijetí nulové hypotézy H_0 , zamítnutí alternativní hypotézy H_a

$$\chi_{exp}^2 = 6,098 \notin W \Rightarrow H_0 \text{ platí, } H_a \text{ je zamítnuta}$$

Empirické rozdělení četností lze nahradit Gaussovým teoretickým rozdělením.

6 Diskuze

6.1 Diskuze k cílům bakalářské práce

Bakalářská práce pracovala s následujícími cíli:

- 1) Zjistit stupeň základních znalostí a civilní nouzové připravenosti v problematice jaderného a radiologického terorismu u studentů škol na Příbramsku.
- 2) Vytvoření přehledného informačního prospektu ohledně ochrany před jaderným a radiologickým terorismem.

V teoretické části práce byly zpracovány základy fyziky ionizujícího záření a na ni navazující principy funkce jaderných zbraní. Práce se kromě jaderných zbraní zabývala i radiologickým terorismem. Byl zmíněn historický kontext terorismu i současné teroristické hrozby se zaměřením na radiologický terorismus. Posledním tematickým celkem, kterému se teoretická část věnovala, byla ochrana obyvatelstva při teroristickém útoku.

Na základě analýzy současného stavu problematiky byl sestaven dotazník obsahující několik otázek zaměřujících se na každý tematický celek zmíněný v teoretické části bakalářské práce. Tím byl splněn další cíl bakalářské práce: *„Zjistit stupeň základních znalostí a civilní nouzové připravenosti v problematice jaderného a radiologického terorismu u studentů škol na Příbramsku“*.

K zajištění relevantnosti výstupů šetření je žádoucí získat odpovědi od respondentů v takovém rozložení, které respektuje demografické údaje daného regionu. Vzhledem k vysoké časové náročnosti, kterou by si oslovení „reprezentativního vzorku“ populace na Příbramsku opravdu žádalo, přistoupila autorka k zaměření pouze na studenty vybraných středních škol na Příbramsku. Z důvodu usnadnění distribuce dotazníků mezi studenty a k pohodlnému statistickému zpracování odpovědí byl zvolen elektronický dotazník Google Forms.

Výstupy získané dotazníkovým šetřením byly zpracovány za použití vybraných statistických metod: formulace statistického šetření, škálování, měření v deskriptivní statistice, elementární statistické zpracování a neparametrické testování v podobě Pearsnova χ^2 testu dobré shody.

6.2 Diskuze k výsledkům dotazníkového šetření

V úvodu je nutné podotknout, že získané výsledky dotazníkového šetření nedokážou podat věrný obraz informovanosti studentů středních škole na Příbramsku. Důvodem je fakt, že drtivá většina odpovědí na dotazníkové šetření byla nasbírána na Střední zdravotní škole a Vyšší odborné škole zdravotnické v Příbrami. Nižší četnosti z řad studentů jiných středních škol zapříčiňují vyšší nepřesnost v získaných statistických parametrech.

Nicméně, budeme-li vycházet ze získaných dat, nejvyšší průměrný počet správných odpovědí měli studenti z Gymnázia pod Svatou Horou v Příbrami (11,5 bodu). Druzí v pořadí byli student ze Střední průmyslové školy a Vyšší odborné školy v Příbrami (9,5 bodu). Studenti z ostatních škol se pohybovali mírně nad 8 body. Vezmeme-li v úvahu, že informační část obsahovala celkem 13 bodovaných otázek a na většina středních škol standardní hodnotící kritérium (tzv. cut-off score) ke splnění testu je třeba více než 50 % bodů, tj. 7,5 bodu, lze konstatovat, že „průměrný student“ všech dotazovaných středních škol by prospěl. V absolutních číslech by prošlo 36, tj. 69 %, a 16 by neuspělo, tj. 31 %.

Vyčíslením směrodatné odchylky počtu správných odpovědí lze odhadnout výkyvy ve výkonech studentů. Nejnižší směrodatnou odchylku (0,5 bodu) měli studenti Gymnázia pod Svatou Horou. Naopak nejvyšší směrodatnou odchylku měli studenti Střední zdravotní školy v hodnotě cca 2 body. Studenti ostatních škol se pohybovali kolem 1,5 bodu. Vzhledem ke slabině dotazníkového šetření zmíněné výše, lze tyto hodnoty brát pouze orientačně. Porovnali bychom proti sobě studenty Střední zdravotnické školy a studenty ostatních škol – vyjde směrodatná odchylka pro studenty ostatních škol přibližně 1,93 bodu. Tato hodnota se tedy také blíží 2 bodům.

Srovnáme-li spolu muže a ženy, měli muži v průměru o 0,81 bodu více než ženy. Nelze tedy jednoznačně tvrdit, že by měli ženy výrazně vyšší znalosti než muži. Statistickou významnost tohoto tvrzení by bylo třeba dokázat například statistický na dvouvýběrovým t-testem. Mezi muži byli v průměru nejúspěšnější studenti Gymnázia pod Svatou Horou (11,5 bodu) a nejhorší studenti Středního odborného učiliště Dubno (7,67 bodu). Mezi ženami získaly v průměru nejlepší výsledky ženy ze Střední zdravotní školy v Příbrami a Středního odborného učiliště v Dubně.

Dále budou rozebrány jednotlivé otázky. Je důležité mít na paměti, že studenti neměli stanovený žádný časový limit a ani nebyli nikterak omezeni v užívání jiných informačních zdrojů.

Třetí otázka dotazníku se ptala na to, které z ministerstev má ve svojí dikci „boj s terorismem“. Studenti správně zvolili Ministerstvo vnitra pouze ve 42,3 % případů, jedinou chybnou odpovědí v počtu 57,7 % bylo Ministerstvo obrany, lze říci, že respondenti nemají zcela jasný přehled, jaké ministerstvo má co na starost. Ministerstvo vnitra má za úkol chránit stát zevnitř, tím je do ní zapojený i úkol boje s terorismem.

Na čtvrtou otázku týkající se užití jaderných bomb za 2. světové války odpověděla správně drtivá většina respondentů (92,3 %) a z toho lze usuzovat, že studenti středních škol mají dobré informace o prvním užití těchto zbraní ve válečné historii.

Pátá otázka se týkala základních fyzikálních znalostí o ionizujícím záření, konkrétně o jeho druzích. Více jak 4/5 studentů odpovědělo na tuto otázku správně. Nejčastější nesprávnou odpovědí byla možnost „záření alfa, záření gama, záření jóta, rentgenové záření, elektrony“ (11,5 %). Tato otázka, mimo jiné, testovala pozornost studentů při výběru možností, neboť zde záleželo na pečlivém identifikování názvů jednotlivých druhů ionizujícího záření. Aby se předešlo nesprávným odpovědím z důvodu neznalosti řeckých písmen, byly všechny názvy druhů ionizujícího záření psány slovně.

Šestá otázka se tázala na „definici“ špinavé bomby. Je překvapující, že téměř 2/3 studentů odpovědělo na tuto otázku správně. Nejčastější špatnou odpovědí bylo, že se jedná o bombu vyrobenou z bělidla nebo Sava. Toto tvrzení si dohromady respondenti mohli myslet, že špinavá bomba musí obsahovat chemickou látku, v tom to případě by se jednalo o chemickou bombu a ne špinavou.

Sedmá otázka se zabývala opatřeními, jež by měl člověk vykonat při útoku špinavou bombou. Zcela správnou odpověď dle řešení zvolilo 65,4 % respondentů. Úplně nesprávné odpovědi zvolili pouze 2 studenti (3,8 %). Zbývající možnosti byly jakousi neúplnou kombinací správné odpovědi a zvolilo je celkem 16 studentů (30,7 %). Lze usoudit, že téměř všichni studenti by se ve větší nebo menší míře drželi doporučeného chování po zasažení špinavou bombou.

Osmá otázka se opět zabývala historickým přehledem a dotazovala se na rok, kdy započal první vývoj jaderných zbraní. Téměř polovina studentů (46,2 %)

odpověděla na tuto otázku správně rok 1939. Zbývající část odpověděla nesprávně rok 1945 (53,8 %). Studenti si pravděpodobně chybně dali do souvislosti počátek vývoje jaderných zbraní a bombardování japonských měst v roce 1945.

Deváta otázka se též zabývala historií a zjišťovala znalosti ohledně prvních pokusů jaderných zbraní. Více jak 2/3 studentů označily správně Ameriku. Kde si myslím, že většina studentů tipovala a jejich váhání bylo mezi Amerikou a Ruskem, kdy Amerika byla oproti ostatním zemím více vyspělá ve vývoji.

Desátá otázka se zabývala jevy vznikajícími bezprostředně po výbuchu atomové bomby. 4/5 studentů správně odpověděly, že po výbuchu bomby vzniká tlaková vlna. Necelá 1/5 studentů nesprávně odpověděla, že následkem jaderné bomby jsou černé mraky.

Jedenáctá otázka se zabývala zdravotním poškozením po útoku špinavou bombou. 68,6 % studentů vědělo, že jsou ohroženi především stochastickými účinky. Evidentně špatnou odpověď „žádné nejsou“ nezvolil nikdo. Odpověď „leukemie“, jež zvolilo 25,5 % studentů je částečně správná, neboť se může jednat o indukované nádorové onemocnění zahrnuté ve stochastických účincích. Tato odpověď sem byla dána záměrně ke zvýšení obtížnosti otázky.

Informace týkající se správného ukrytí při jaderném útoku zjišťovala otázka číslo dvanáct. Drtivá většina studentů (90,2 %) by se správně po výbuchu jaderné bomby ukryla ve sklepě. Necelá 1/10 nesprávně odpověděla v nejlépe větrané místnosti. Pokud by se nacházeli v blízkém výbuchu špinavé bomby, mohlo by dojít ke kontaminaci úkrytu radionuklidy rozptýlenými do ovzduší.

Ve třinácté otázce měli studenti z možné nabídky identifikovat jaderné velmoce. Správnou možnost „Rusko“ zvolilo 98,1 % respondentů a správnou možnost „Amerika“ zvolilo 96,2 % respondentů. Špatné odpovědi „Česká republika“ a „Rusko“ mají po jedné odpovědi, což se rovná 1,9 %. Úplně správně (obě dvě správné možnosti současně) mělo 90 % studentů. Studenti mají dobrý přehled o současných jaderných velmocích.

Čtrnáctá otázka zjišťovala informace o státech vlastnících jaderné zbraně. Špatnou odpověď „Slovensko“ nevybral nikdo. V této otázce byly správně celkem 3 možnosti (USA, Rusko, Čína). Tuto zcela správnou odpověď zvolilo

67 % studentů. Většina studentů neměla problémy identifikovat USA a Rusko, možnost „Čína“ zvolilo o cca 10 % studentů méně.

Poslední otázkou zjišťující informovanost z problematiky jaderných zbraní byla otázka číslo patnáct, která zjišťovala, které státy z výběru se vzdaly svých jaderných zbraní. Na tuto otázku znalo plně správnou odpověď pouze 22 % studentů.

Šestnáctá otázka zjišťovala mínění respondentů ohledně toho, jestli si myslí, že jsou dobře informováni o riziku a chování při útoku jadernou nebo radiologickou zbraní. $\frac{3}{4}$ respondentů se domnívá, že jsou dobře informováni. To zhruba koresponduje s počtem studentů, kteří by prošli znalostní částí dotazníku.

Poslední otázka se zaměřovala na zdroje informací. Téměř 4/5 studentů získávají informace převážně z internetu. Druhou nejčastější odpovědí byla televize (41,2 %), třetí škola (19,6 %). Pouze 3 studenti (5,9 %) uvedlo, že žádné informace nezískávají. Překvapivé je, že možnost „škola“ byla až na třetím místě. Domnívám se, že střední školy by měly věnovat více prostoru teorii ochrany obyvatelstva ve vztahu k již vyučovaným disciplínám.

7 Závěr

Bakalářská práce se věnovala problematice jaderných zbraní a radiologického terorismu, teoretická část byla zaměřená na historii a současný stav terorismu, zvláště pak terorismu radiologického. Využití těchto zbraní při teroristickém útoku není zcela běžné, ale nelze je zcela vyloučit a je nutné předcházet jejich následkům. Radiologický terorismus a jaderné zbraně představují globální hrozbu, která může přijít v nečekaný čas.

Pro lidstvo není pojem terorismus nic z nového. Dříve označovaný teror měl velice podobné rysy jako ten dnešní. 11. září 2001, které se neslavně zapsalo do dějin jako den, kdy teroristická organizace Al-Káida otrásla celou Americkou veřejností. Al-Káida unesla letadla amerických aerolinek a zaútočila na obchodní centrum v New Yorku a na Pentagon. Tento čin kompletně změnil pohled na ochranu před teroristickými útoky. Od té doby se počet útoků zvyšuje, kdy i jedinec nepatřící k žádné skupině spáchá čin, ke kterému se později přihlásí teroristé, aby dokázali svojí moc.

Hlavním cílem teoretické části bakalářské práce bylo poskytnout informace ohledně jaderných zbraní a radiologického terorismu. Rešerše byla zpracována na základě analýzy dokumentů, studia odborné literatury, která se zabývá danou problematikou.

Cílem praktické části bylo zjistit stupeň základních znalostí z civilní nouzové připravenosti týkající se jaderného a radiologického terorismu u studentů středních škol na Příbramsku. Z výsledků dotazníkového šetření studentů středních škol na Příbramsku, nelze zcela jednoznačně říct, zda-li všechny vybrané školy na Příbramsku mají dostatečné znalosti v této problematice. Důvodem je fakt, že nejvíce respondentů studuje na Střední zdravotní škole a Vyšší odborné škole zdravotnické v Příbrami. Respondenti z ostatních škol nebyli dostatečně zastoupeni, a proto není výsledek zcela přesný. Vezmeme-li v úvahu běžné užívanou hranici úspěšnosti na většině středních škol v České republice, znalostní částí dotazníku by prospělo 36 respondentů a 16 respondentů nikoliv.

Dalším cílem praktické části bylo vytvoření přehledného informačního prospektu ohledně ochrany před jaderným a radiologickým terorismem, který byl vypracován k využití informovat širokou veřejnost o základních úkonech a činnostech, co by měli dělat při útoku. Jak se sami doma ukrýt a co nejbezpečněji zajistit své okolí. Jak se sám dekontaminovat v podmínkách, které nejsou primárně určené na dekontaminaci.

K naplnění cílů bakalářské práce došlo za užití uvedených metod.

9 Seznam použitých zdrojů

- [1] ZÁŠKODNÝ, Přemysl, Renata HAVRÁNKOVÁ, Jiří HAVRÁNEK a Vladimír VURM. *Základy statistiky (s aplikací na zdravotnictví)*. Třetí. Praha: Curriculum, 2016. ISBN 978-80-87894-12-5.
- [2] THIM, Michal. Zbraně hromadného ničení a mezinárodní právo. *www.diplomacie.info* [online]. 2006 [vid. 2018-12-30]. Dostupné z: <https://www.amo.cz/wp-content/uploads/2015/11/Zbraně-hromadného-ničení-a-mezinárodní-právo.pdf>
- [3] MATOUŠEK, Jiří, Jan ÖSTERREICHER a Petr LINHART. *CBRN jaderné zbraně a radiologické materiály*. SPBI Spekt. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-029-6.
- [4] HAWKINS, David, Edith TRUSLOW a Ralph SMITH. *Los Alamos Scientific Laboratory of the University of California* [online]. Washington D.C: University of California. 1961 [vid. 2019-01-01]. Dostupné z: <https://www.osti.gov/servlets/purl/1087644>
- [5] PITSCHMANN, Vladimír. *Jaderné zbraně: nejvyšší forma zabíjení*. první vydá. Praha: Naše vojsko, 2005. ISBN 80-206-0784-6.
- [6] ÖSTERREICHER, Jan a Jiřina VÁVROVÁ. *Přednášky z radiobiologie*. 1. vyd. Praha: Manus, 2003. ISBN 80-86571-01-7.
- [7] KUNA, P, O NERUDA a Leoš NAVRÁTIL. *Jaderné zbraně. České Budějovice. Pomocné studijní texty pro posluchače Jihočeské univerzity*. nedatováno.
- [8] HÁLA, Jiří. *Jiří. Radioaktivita ionizující záření, jaderná energie*. [online]. 1. vyd. Brno: Vojenské rozhledy, 2010. Dostupné z: doi:1210-3292
- [9] EICHLER, Jan. *Mezinárodní bezpečnost v době globalizace* [online]. B.m.: Portál, 2009 [vid. 2019-03-23]. ISBN 9788073675400. Dostupné z: doi:8073675404
- [10] GLOBE24.CZ. *Jaderné velmoci světa: Kdo může zničit Zemi?* *Globe24.cz* [online]. 2017 [vid. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://globe24.cz/svet/27192-jaderné-velmoci-sveta-kdo-muze-znicit-zemi>

- [11] RYBÁŘ, Václav. 8 nukleárních velmocí dneška. *g.cz* [online]. 2014 [vid. 2019-01-05]. Dostupné z: <https://g.cz/8-nuklearnich-velmoci-dneska/>
- [12] MICHAL, B. Historie terorismu: Od dýk zelótů až po sebevražedné útoky ve jménu boha. *REFRESHER* [online]. 2017 [vid. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://refresher.cz/43697-Historie-terorismu-Od-dyk-zelotu-az-po-sebevrazedne-utoky-ve-jmenu-boha>
- [13] EISENSTADT, Michael a Omar MUKHLIS. The Potential for Radiological Terrorism by al-Qaeda and the Islamic State. *The Washington Institute* [online]. 2016 [vid. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/view/the-potential-for-radiological-terrorism-by-al-qaeda-and-the-islamic-state>
- [14] HÝNEK, Nik, Jan EICHLER a Lubomír MAJERNÍK. *KONFLIKT A OBNOVA V AFGHÁNISTÁNU: KONTEXT, PROSTŘEDÍ A ZÁJMY* [online]. Praha: Ústav mezinárodních vztahů, 2012 [vid. 2019-02-09]. ISBN 978-80-87558-06-5. Dostupné z: <https://docplayer.cz/68221637-Konflikt-a-obnova-v-afghanistanu-kontext-prostredi-a-zajmy.html>
- [15] WEISS, Michael a Hassan HASSAN. *Islámský stát – Uvnitř armády teroru* [online]. B.m.: Albatros, 2015 [vid. 2019-02-10]. ISBN 978-80-264-0883-3. Dostupné z: https://books.google.cz/books?id=ki_qCwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=isis&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwimufPPsrHgAhWFYVAKHYV_C5oQ6AEILDAA#v=onepage&q=isis&f=false
- [16] ŘEHKA, Karel. *Informační válka* [online]. Edice XXI. století. B.m.: Academia, 2017 [vid. 2019-02-10]. ISBN 9788020027702. Dostupné z: doi:802002770X
- [17] BROCATO, Charles. *The Dirty Bomb: Should You Worry?* [online]. B.m.: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018 [vid. 2019-02-09]. ISBN 9781722369217. Dostupné z: doi:1722369213
- [18] KOBA. Špinavá bomba. *Valka.cz* [online]. 2009 [vid. 2019-02-09]. Dostupné z: <https://www.valka.cz/13420-Spinava-bomba>
- [19] MALÁTOVÁ, Irena Ing. Ionizující záření | Články na témata bezpečnost práce,

Legislativa a komentáře, Poradna BOZP, Ochrana zdraví při práci, Prevence rizik, Technicko-bezpečnostní rozborů činností, Školení a vzdělávání BOZP, Vzorová dokumentace BOZP. *bozpprofi* [online]. 2017 [vid. 2019-02-09]. Dostupné z: https://www.bozpprofi.cz/33/ionizujici-zareni-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ep_FUjZLTuw8sJNrevNxBEQ/

- [20] ROSINA, Josef, Jána VRÁNOVÁ, Hana KOLÁŘOVÁ a Jiří STANEK. *Biofyzika: Pro zdravotnické a biomedicínské obory* [online]. Praha: Grada Publishing a.s., 2013 [vid. 2019-02-09]. ISBN 9788024784984. Dostupné z: doi:802478498X
- [21] ULMANN, Vojtech RNDr., Zdenka PUCHÁLKOVÁ a Ludmila ULMANNOVÁ. *RADIAČNÍ OCHRANA PŘI PRÁCI SE ZDROJI IONIZUJÍCÍHO ZÁŘENÍ V NUKLEÁRNÍ MEDICINĚ*. *astroklfyzika* [online]. 2011 [vid. 2019-02-09]. Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/RadOchrana.htm>
- [22] JIŘÍ ŠTĚTINA, kolektiv autorů. *Zdravotnictví a integrovaný zachranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách* [online]. první vydá. Praha: Grada Publishing, a.s., 2014, 2014 [vid. 2018-12-21]. ISBN 978-80-247-4578-7. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=Z7bCAwAAQBAJ&pg=PA308&dq=jaderné+zbraně&hl=cs&sa=X&ved=0ahUKEwinkMCc1bDfAhVCKiwKHZYFABU4ChDoAQhQMAg#v=onepage&q=jaderné+zbraně&f=false>
- [23] MV GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR. *Varování obyvatelstva v České republice* [online]. 2019 [vid. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/varovani-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx?q=Y2hudW09NA%3D%3D>
- [24] MV GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HZS ČR. *Evakuace obyvatelstva* [online]. 2015 [vid. 2019-03-10]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/evakuace-obyvatelstva.aspx>
- [25] VILÁSEK, Josef, Milos FIALA a David VONDRÁSEK. *Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století* [online]. 2014 [vid. 2019-03-10]. ISBN 802462477X. Dostupné z: <https://books.google.cz/books?id=aoxUBAAAQBAJ&dq=hzs+evakuace&hl=c>

s&source=gbs_navlinks_s

- [26] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Ukrytí obyvatelstva v České republice* [online]. 2014 [vid. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/ukryti-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx>
- [27] MINISTERSTVO VNITRA – GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Dekontaminace radioaktivních látek*. 2017.
- [28] MATĚJKA, Jiří. *Zajištění chemické a radiační bezpečnosti* [online]. 2011 [vid. 2019-03-23]. Dostupné z: <https://kni.polac.cz/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=100232>
- [29] MINISTERSTVO VNITRA - GENERÁLNÍ ŘEDITELSTVÍ HASIČSKÉHO ZÁCHRANNÉHO SBORU ČESKÉ REPUBLIKY. *Dekontaminace radioaktivních látek*. Metodický. B.m.: Ministerstvo vnitra, 2016.

Seznam zkratek

Seznam tabulek, grafů a obrázků

Tabulka 1: Některé radioaktivní prvky vhodné pro výrobu špinavé bomby	25
Tabulka 2 Zvukové signály	30
<i>Tabulka 3: Tabulka elementárního statistického zpracování</i>	<i>47</i>
Tabulka 4: Přehled výpočtů Pearsonova χ^2 -testu dobré shody	51
Graf 1: odpovědi na otázku č. 1: kterou střední školu navštěvujete	34
Graf 2: Průměrný počet správných odpovědí dle jednotlivých SŠ	35
Graf 3: Směrodatná odchylka v počtu správných odpovědí dle SŠ	35
Graf 4: odpovědi na otázku č. 2: jaké je Vaše pohlaví.....	36
Graf 5: Průměrný počet správných odpovědí dle pohlaví.....	36
Graf 6: Průměrný počet bodů u mužů dle SŠ.....	37
Graf 7: Průměrný počet bodů u žen dle SŠ	37
Graf 9: odpovědi na otázku č. 3: které ministerstvo má na starost boj s terorismem?....	38
Graf 10: odpovědi na otázku č. 4: která města byla bombardována jadernými zbraněmi	38
Graf 11: odpovědi na otázku č. 5: jaké jsou druhy ionizujícího záření.....	39
Graf 12 odpovědi na otázku č. 6: co je špinavá bomba	39
Graf 13: odpovědi na otázku č. 7: co dělat po výbuchu špinavé bomby	40
Graf 14: odpovědi na otázku č. 8: v jakém roce začaly pokusy o vyvinutí jaderných zbraní.....	40
Graf 15 odpovědi na otázku č. 9: který stát zahájil první pokus s výbuchem jaderné zbraně.....	41
Graf 16: odpovědi na otázku č. 10: co se vytvoří po výbuchu jaderné bomby.....	41
Graf 17 odpovědi na otázku č. 11: zdravotní poškození při použití jaderné zbraně.....	42
Graf 18: odpovědi na otázku č. 12: kam se správně ukrýt při jaderném výbuchu.....	42
Graf 19: odpovědi na otázku č. 13: které znáte jaderné velmoci	43
Graf 20: odpovědi na otázku č. 14: státy vlastníci jaderné zbraně.....	43
Graf 21: odpovědi na otázku č. 15: které státy se svých jaderných zbraní vzdaly	44
Graf 22 odpovědi na otázku č. 16: domníváte se, že jste dobře informováni o riziku a chování při útoku jadernou nebo radiologickou zbraní.....	45
Graf 23: odpovědi na otázku č. 17: kde nejvíce získáváte informace o riziku a chování při útoků jadernými nebo radiologickými zbraněmi	46

<i>Graf 24: Empirické rozdělení absolutních četností</i>	47
<i>Graf 25: Empirické rozdělení relativních četností.....</i>	48
<i>Graf 26: Empirické rozdělení kumulativních relativních četností</i>	48
Obrázek 1: Princip štěpné reakce	18
Obrázek 2: Princip termojaderné reakce	19
Obrázek 3: Závažnost deterministických biologických účinků ozáření se s dávkou zvyšuje (účinky se objevují nad určitou prahovou dávkou).....	27
Obrázek 4: Nominální koeficienty rizika vztažené k úplné újmě pro stochastické účinky pro ozáření s malým dávkovým příkonem.....	28
Obrázek 5: Porovnání spontánního výskytu rakoviny s výskytem rakoviny, který by vyvolalo ozáření v závislosti na efektivní dávce. V této souvislosti je třeba vidět velikost ozáření v kontextu s přírodním radiačním pozadím (v České republice na úrovni 3 - 4 mSv/r).....	29

Přílohy

Příloha č. 1: Informační leták pro širokou veřejnost shrnující instrukce při útoku špinavou bombou

Co dělat při výbuchu špinavé bomby?

150 Hasičský záchranný sbor ČR
155 Zdravotnická záchranná služba
158 Policie ČR
112 Jednotné číslo tísňového volání



Zachovejte klid a řiďte se pokyny !!!

VAROVÁNÍ

1

Kolísavý tón trvajícím po dobu 140 sekund, může jít 3x za sebou, dále může následovat mluvené slovo.

- Zapněte televizi, rádio a poslouchejte další pokyny.
- Netelefonujte, přetěžujete síť.
- Pomozte starším a nemocným lidem v okolí.
- Řiďte se pokyny záchranných složek.

UKRYTÍ

Schovejte se v nejméně ventilované místnosti v domě. Poslouchejte pokyny, které Vám budou předávány pomocí televize nebo rádia.



- Zavřete okna a dveře, řádně je utěsňte.
- Všechny spalovací, ventilační a klimatizační zařízení vypněte.
- NEOPOUŠTĚJTE váš úkryt.
- Vyčkejte na další informace.

2

EVAKUACE

3

Pokyny k provedení evakuace Vám budou vysílány. Mějte již připravené **EVAKUAČNÍ ZAVAZADLO**.

- Již před evakuací bude určeno evakuační středisko.
- Řiďte se pokyny záchranných složek.
- Nikdy neprovádějte evakuaci sami bez předchozí výzvy!



EVAKUAČNÍ ZAVAZALO



Zavazadlo u dospělého člověka do 25 kg, u dítěte 10 kg. Vždy musí být označeno identifikační cedulkou.

- Jídlo a pití + nádobí na dobu 2-3 dnů.
- Cennosti a dokumenty.
- Léky a hygienické potřeby.
- Oblečení a vybavení pro přespaní.
- Přístroje, nástroje a zábava.

4

DEKONTAMINACE

5

Oblečení, co jste měli na sobě, dejte do pytle na odpadky a pořádně uzavřete.

- Osrchujte se teplou vodou a mýdlem, umyjte si celou pokožku velmi důkladně, vlasy, uši.
- Vysmrkejte se do kapesníku, abyste se zbavili částic v nosní dutině.
- V případě potřeby, vyčkejte na další pokyny od zdravotnického personálu.



VŽDY ZACHOVÁVEJTE KLID A ŘIĎTE SE POKYNY PROFESIONÁLŮ!

