

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury



---

Fakulta  
tělesné kultury

HISTORIE A SOUČASNOST JADERNÝCH ZBRANÍ

Bakalářská práce

**Autor:** Petr Kováč

**Studijní program:** Tělesná výchova se zaměřením na vzdělávání a ochranu obyvatelstva

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Pavel Otřísal, Ph.D., MBA

**Olomouc 2023**

## **Bibliografická identifikace**

**Jméno autora:** Petr Kováč  
**Název práce:** Historie a současnost jaderných zbraní

**Vedoucí práce:** prof. Ing. Pavel Otřísal Ph.D., MBA  
**Pracoviště:** Katedra aplikovaných pohybových aktivit  
**Rok obhajoby:** 2023

### **Abstrakt:**

Tato přehledová práce pojednává o historii jaderných zbraní, a to od jejich vzniku až po jejich současnou prezenci a problematiku ve světě. Cílem bylo částečně pojednat o historickém vývoji jaderných zbraní, popsat bojová užití jaderných zbraní ve válečných konfliktech, popsat jejich ničivé účinky a rozebrat a diskutovat trendy jaderného zbrojení v současnosti. V teoretické části práce je uvedena typologie jaderných zbraní, jejich funkce, jsou zde uvedeny nosiče jaderných zbraní a je zde pojednáno o vývoji jaderných zbraní do roku 1990. V praktické části práce jsou definovány cíle a metodika výzkumu, a následně je zde na základě rešeršního šetření pojednáno o vývoji jaderných zbraní po roce 1990 a o jejich modernizaci.

### **Klíčová slova:**

zbraně hromadného ničení, uran, plutonium, denuklerizace, studená válka, válka na Ukrajině, Hirošima, Nagasaki

Souhlasím s půjčováním práce v rámci knihovních služeb.

**Bibliographical identification**

**Author:** Petr Kováč  
**Title:** The Past and the Present of Nuclear Weapons

**Supervisor:** prof. Ing. Pavel Otřísal Ph.D., MBA  
**Department:** Department of Adapted Physical Activities  
**Year:** 2023

**Abstract:**

This thesis discusses the history of nuclear weapons, from their first creation to their current presence and issues in the world. The aim was to discuss the historical development of nuclear weapons, to describe the combat use of nuclear weapons in war conflicts, to describe their destructive effects and to analyze and discuss the current trends in nuclear weapons. In the theoretical part of the thesis, the typology of nuclear weapons is presented, their functions, the carriers of nuclear weapons are presented, and the development of nuclear weapons until 1990 is discussed. In the research part of the thesis, the goals and methodology of the research are defined, and then, based on the research, the development of nuclear weapons after 1990 and their modernization is discussed here.

**Keywords:**

weapons of mass destruction, uranium, plutonium, denuclearization, cold war, war at Ukraine, Hiroshima, Nagasaki

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem tuto práci zpracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Pavla Otřísala Ph.D., MBA, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. 4. 2023

.....

Děkuji prof. Ing. Pavlu Otřísalovi Ph.D., MBA za cenné rady, a především za čas, který mi poskytl při zpracování této závěrečné písemné práce.

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A POUŽITÝCH SYMBOLŮ.....	9
ÚVOD.....	12
PŘEHLED POZNATKŮ .....	13
2.1. Vymezení pojmů .....	13
2.1.1. Vědecko-populární literatura.....	13
2.1.2. Jaderná zbraň .....	13
2.1.3. Radiologická zbraň .....	13
2.1.4. Základní chemické názvosloví .....	14
2.1.5. Radioaktivita.....	16
2.1.6. Radioaktivní záření.....	16
2.1.7. Jaderné palivo .....	18
2.1.8. Jaderné reakce .....	20
2.1.9. Taktická jaderná zbraň .....	22
2.1.10. Strategická jaderná zbraň .....	22
2.2. Typy jaderných zbraní a jejich funkce .....	23
2.2.1. Štěpná zbraň .....	23
2.2.2. Termojaderná zbraň – fúzní zbraň .....	25
2.2.3. Třífázová jaderná nálož .....	27
2.2.4. Další typy jaderných zbraní .....	27
2.3. Ničivé účinky jaderných zbraní.....	28
2.3.1. Vzdušná tlaková síla .....	29
2.3.2. Seizmické účinky a rázová vlna .....	29
2.3.3. Radioaktivita a záření.....	30
2.3.4. Světelné záření.....	31
2.3.5. Elektromagnetický impuls.....	32
2.4. Nosiče jaderných zbraní .....	32
2.4.1. Jaderné letecké pumy .....	32
2.4.2. Pozemní jaderné miny.....	33
2.4.3. Dělostřelecké jaderné náboje .....	33
2.4.4. Taktické a operačně-taktické hlavice raketových střel .....	33
2.4.5. Řízené střely s plochou dráhou letu.....	34
2.4.6. Balistické střely.....	35
2.4.7. Hypersonické zbraně.....	36
2.4.8. Strategická jaderná triáda .....	37
2.5. Historické milníky v oblasti bádání a objevů.....	37

2.6.	Vývoj jaderných zbraní v meziválečném a druhoválečném období.....	39
2.6.1.	Vojenský jaderný výzkum v Německu .....	39
2.6.2.	Vojenský jaderný výzkum v Japonsku .....	40
2.6.3.	Vojenský jaderný výzkum ve Francii .....	41
2.6.4.	Vojenský jaderný výzkum v Sovětském svazu.....	41
2.6.5.	Vojenský jaderný výzkum ve Velké Británii.....	42
2.6.6.	Vojenský jaderný výzkum ve Spojených státech amerických .....	43
2.7.	První jaderný test .....	45
2.8.	Bojové užití jaderných zbraní .....	46
2.8.1.	Bombardování města Hirošima.....	47
2.8.2.	Bombardování města Nagasaki.....	48
2.8.3.	Následky použití atomových bomb.....	49
2.9.	Poválečný vývoj jaderných zbraní ve světě.....	50
2.9.1.	Spojené státy americké .....	51
2.9.2.	Sovětský Svaz .....	56
2.9.3.	Velká Británie .....	59
2.9.4.	Francie.....	61
2.9.5.	Čínská lidová republika .....	63
2.9.6.	Izrael.....	65
2.9.7.	Indie.....	66
2.9.8.	Pákistán .....	68
2.9.9.	Korejská lidově demokratická republika .....	69
2.10.	Historie jaderných krizí.....	69
2.11.	Kontrola jaderného zbrojení .....	74
CÍLE.....		79
METODIKA.....		80
VÝSLEDKY .....		81
4.1.	Počty jaderných zbraní.....	81
4.2.	Vlastněné jaderné technologie a jejich nosiče.....	86
4.3.	Jaderné testování.....	89
4.1.	USA.....	90
4.2.	Ruská federace.....	93
4.3.	ČLR.....	98

4.4.	Francie.....	100
4.5.	VB .....	101
4.6.	Izrael.....	103
4.7.	Indie.....	104
4.8.	Pákistán .....	106
4.9.	KLDR .....	108
	ZÁVĚRY .....	111
	SOUHRN .....	114
	SUMMARY .....	115
	REFERENČNÍ SEZNAM .....	116



## SEZNAM ZKRATEK A POUŽITÝCH SYMBOLŮ

${}^1_1\text{H}^1$	Vodík
${}^2_1\text{H}^2/{}^2\text{D}$	Izotop vodíku – Deuterium
${}^3_1\text{H}^3/{}^3\text{D}$	Izotop vodíku – Tritium
${}^3\text{He}$	Izotop hélia – Helium-3
${}^4\text{He}$	Izotop hélia – Helium-4
${}^{235}\text{U}$	Izotop uranu – Uran-235
${}^{238}\text{U}$	Izotop uranu – Uran-238
${}^{239}\text{Pu}$	Izotop plutonia – Plutonium-239
${}^{240}\text{Pu}$	Izotop plutonia – Plutonium-240
<b>ABM</b>	Smlouva o omezení systému protiraketové obrany
<b>ALBM</b>	Balistická střela odpalovaná ze vzduchu
<b>CEA</b>	Komisariát pro atomovou energii ve Francii
<b>CIA</b>	Americká civilní zpravodajská služba s vnějším polem působnosti
<b>CT</b>	Počítačová tomografie
<b>ČLR</b>	Čínská lidová republika
<b>DAM</b>	Zvláštní sekce Komisarátu pro atomovou energii
<b>EU</b>	Evropská unie
<b>FBR</b>	Rychlý množivý reaktor
<b>KB-11</b>	Konstrukční kancelář č. 11
<b>KLDR</b>	Korejská lidově demokratická republika
<b>kt</b>	Kilotuna – Tritolový ekvivalent
<b>LiD</b>	Deuterid Lithný
<b>MAAE (IAEA)</b>	International Atomic Energy Agency – Mezinárodní agentura pro atomovou energii
<b>MAD</b>	Strategie vzájemně zaručeného zničení
<b>Mach</b>	Machovo číslo
<b>MAUD</b>	Britský Výbor pro vojenské použití jaderného výbuchu
<b>MED</b>	Manhattan Engineer District

<b>MIRV</b>	Vícenásobné nezávisle naváděné návratové moduly
<b>Mt</b>	Megatuna – Tritolový ekvivalent
<b>NATO</b>	Severoatlantická aliance
<b>NDRC</b>	Národní výbor pro obranný výzkum USA
<b>NKVD</b>	Lidový komisariát vnitra
<b>OSN</b>	Organizace spojených národů
<b>OSRD</b>	Úřad pro vědecký vývoj a výzkum USA
<b>PLA</b>	Čínská lidová osvobozenecká armáda)
<b>SLBM</b>	Střela s plochou dráhou letu odpalovaná z mořské hladiny
<b>SSSR</b>	Svaz sovětských socialistických republik
<b>TNT</b>	Trinitrotoluen
<b>USA</b>	Spojené státy americké
<b>USD</b>	Americký dolar
<b>VB</b>	Velká Británie
<b>ZHN</b>	Zbraně hromadného ničení



## ÚVOD

Atomový věk, to je pojem, jež neoznačuje pouze časové období, ale také označuje etapu lidské evoluce. Na přelomu 19. a 20. století bylo nejednomu vědci jasné, že se v jádrech atomů skrývá obrovský potenciál, který by mohl být v budoucnu využit jako energetický zdroj, začala tak výprava za hlubším poznáním atomového světa. Nicméně jak je dnes již dobře známo, 20. století bylo také stoletím geopolitických přeměn a svět se těmito změnám musel přizpůsobit, což vyústilo ve dva konflikty světového rozsahu. Tyto konflikty a fakt, že se rychle postupovalo na poli jaderného výzkumu, vyústilo v jediný logický závěr, a to využít energii jader k modernímu válčení. Na světě se poprvé objevily jaderné zbraně, nejničivější zbraně, jaké lidstvo dodnes zná. Tyto zbraně, jež jsou řazeny do kategorie zbraní hromadného ničení, dále jen ZHN, představují od dob svého vzniku až po současnost neustále se dokola omílající téma a svou prezencí v současném světě stále vyvolávají obavy z potenciálního jaderného konfliktu, a zároveň paradoxně zajišťují ve světě určitý pořádek, napomáhají udržovat status quo.

Cílem práce je pojednat o historickém vývoji jaderného zbrojení až po současnost, a to na základě rešerše vědecko-populárních zdrojů a literárních pramenů. Dále pak diskutovat a rozebrat současné trendy jaderného zbrojení a debatovat jejich koherenci se smlouvami a dohodami o jaderném odzbrojení.

V teoretické části práce bude pojednáno o jaderných zbraních od jejich prvopočátku po rok 1990, budou zde vymezeny základní pojmy spjaté s jadernými zbraněmi, bude uvedena jejich typologie, dále pak jejich nosiče, vlastnosti těchto zbraní, bude popsán první jaderný test a dvě bojová použití jaderných zbraní, kdy došlo k bombardování japonských měst Hirošimy a Nagasaki.

Cílem výzkumné části práce bude pojednat o jaderném zbrojení od počátku roku 1991, kdy došlo počáteční fázi rozpadu Sovětského svazu, až po současnost. Budou zde rozebrány současné modernizační procesy jednotlivých států, přičemž bude přihlédnuto na současné smlouvy a dohody týkající se jaderného zbrojení. Celá praktická část bude provedena na základě rešeršního šetření speciálně selektovaných zdrojů, které budou vyhledávány za pomoci klíčových slov a vyhledávacích databází.

## **PŘEHLED POZNATKŮ**

### **2.1. Vymezení pojmů**

#### **2.1.1. Vědecko-populární literatura**

Jako vědecko-populární literatura je v této práci chápána taková literatura, která má za účel informovat širokou veřejnost o odborných nebo závažných tématech nenáročnou, poučnou, a hlavně čtivou cestou. Účelem takové literatury je také vzbuzení zájmu o vědu a vědecké obory. V případě této práce se jedná o zaměření na vědní obory jako jsou např. jaderná fyzika a chemie, jaderná politika, mezinárodní právo, historie vojenství a zbraňová technologie. Tento pojem je zde nutné definovat, jelikož naprostá většina zdrojů pro tuto práci je právě vědecko-populární literatura. Pod tímto pojmem jsou také chápány veškeré literární slohy, tedy články, zprávy, knihy, internetové databáze a další.

#### **2.1.2. Jaderná zbraň**

Tento typ zbraní se společně s chemickými a biologickými zbraněmi řadí do skupiny ZHN. Jaderné zbraně fungují na principu uvolňování obrovského množství energie. Tato energie vzniká při tzv. jaderných reakcích a při těchto reakcích dochází ke štěpení a syntéze (slučování) atomových jader. Tyto dva pojmy zároveň obecně charakterizují dva základní principy funkce jaderných zbraní. Jaderná zbraň funguje tedy na principu štěpení jader těžkých prvků a slučování neboli fúzi, jader lehkých prvků. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek, Österreicher a Linhart, 2007)

Při detonaci těchto zbraní dojde k uvolnění obrovského množství energie, která se projevuje mohutnou tlakovou a tepelnou vlnou, silnou pronikavou radiací a radiačním zamořením terénu. Jedná se o nejúčinnější ZHN, jaké svět zná, ale také jde zároveň o fyzikálně nejnáročnější zbraně na produkci a k jejich výrobě je zapotřebí obrovské množství peněžních prostředků a odborných znalostí z různých vědních oborů. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007)

#### **2.1.3. Radiologická zbraň**

Tento typ zbraní je někdy řazený mezi ZHN jako samostatná kategorie, ačkoli se častěji označují jako určitá podskupina jaderných zbraní, a to proto, že se stále jedná o zbraň, která využívá uvolňování energie (přeměny) atomového jádra jako ničivého účinku. Komplikace v kategorizaci nastává v momentě, kdy uvedeme, že každá jaderná zbraň je vlivem svých účinku zároveň i radiologickou zbraní. Ovšem každá radiologická zbraň nemusí být zbraní

jadernou, a to v tom smyslu, že postrádá fyzikální účinky běžné jaderné zbraně, jako např. silná tlaková vlna či světelné záření. Absence těchto účinků nevylučují radiologické zbraně z kategorie jaderných zbraní, jelikož se u nich energie jádra projevuje radioaktivním zářením. (Dušek a Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007)

Radiologickou zbraní označujeme takovou zbraň, která využívá škodlivých účinků radioaktivního záření. Účinky této zbraně nemusí být nutně užity k ničení lidské síly, spíše by se právě naopak dalo říci, že jsou primárně určeny k zamoření terénu, např. měst či krajin – vlivem toho se tyto oblasti stanou neobyvatelné a „neúrodné“. (Dušek a Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007)

Funkce těchto zbraní je ve své podstatě jednoduchá, jde o to rozptýlit do určité oblasti radioaktivní látky, které ji zamoří a pokud možno zapříčiní tzv. indukovanou radioaktivitu. K sestrojení radiologické zbraně stačí konvenční trhavina (např. TNT), radioaktivní látka, pevný obal celé nálože a spouštěcí mechanismus, popř. dopravní systém, který celé zařízení dopraví do místa iniciace – rakety, střely, granáty a další. (Dušek a Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007)

Speciálně u radiologických a jaderných zbraní se setkáváme s pojmem „špinavá bomba“. Špinavá bomba je nálož, která svým působením silně kontaminuje terén ionizujícím zářením, v podstatě je to tedy radiologická zbraň. Tento typ zbraně se často spojuje s pojmem terorismus, jelikož radikální státy či skupiny by touto zbraní mohly podstatně poškodit živou sílu svých oponentů. (Dušek a Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007)

#### **2.1.4. Základní chemické názvosloví**

Aby došlo ke správnému pochopení principu jaderných reakcí a zároveň funkci jaderných zbraní, je třeba znát alespoň základní chemické pojmy. Tyto pojmy jsou samy o sobě velice obsáhlé, pro tuto práci však postačí jen základní výčet a zjednodušené charakteristiky těchto pojmů.

##### **Atom**

Atom je základní stavební částice všech chemických látek a je složen z atomového jádra a elektronového obalu. Jeho jádro obsahuje částice zvané nukleony a obal částice elektrony. Elektrony jsou záporně nabitě částice, které obíhají po eliptických drahách okolo jádra atomu, podobně jako planety obíhají Slunce. Pojmem nukleony souhrnně označujeme částice zvané protony a neutrony, které se nacházejí v jádru atomu. Proton je kladně nabitá částice a neutron je elektroneutrální částice, tedy není záporně ani kladně nabitá. (Beneš, Pumpr, &

Banýr, 2021; Benešová & Satrapová, 2002; Greenwood & Earnshaw, 1993; Houellebecq, 2007; Remy, 1961)

## Neutron

Tyto elektroneutrální částice odvádí naprosto zásadní funkci při jaderných reakcích, jelikož jejich energie přímo zapříčiňuje rozvinutí těchto reakcí. V důsledku důležitosti této částice je nutno vysvětlit pojmy: rychlý a pomalý neutron, moderátor a schopnost se štěpit rychlými a pomalými neutrony.

Naprosto nejdůležitější funkcí neutronů při jaderné reakci je rozbíjení atomových jader. Ovšem pravděpodobnost, že malý a rychlý neutron zasáhne jádro atomu, je velice nízká. Neutron se totiž v prostoru pohybuje velice rychle, což je dáno jeho energií, kterou získal při rozpadu nestabilního jádra atomu. Abychom zvýšili pravděpodobnost srážky tohoto rychlého neutronu s dalším jádrem atomu, je třeba snížit jeho energii – zpomalit jej. Proto se do jaderných zařízení (reaktorů i zbraní) vkládá tzv. moderátor, či odražeč neutronů (reflektor), kterým se obklopí jaderné palivo. Jako moderátor se užívají látky, které obsahují atomy lehkých prvků. Jakmile proletí rychlý neutron vrstvou moderátoru, ztratí část své energie, stane se z něj pomalý neutron a výrazně se zvýší pravděpodobnost srážek neutronů s jádrem. (Beneš et al., 2021; Benešová & Satrapová, 2002; Greenwood & Earnshaw, 1993; Houellebecq, 2007; Remy, 1961)

Ne každý radioizotop je ale schopný se štěpit pomalými neutrony, jsou to zpravidla ty izotopy, které mají sudé nukleonové číslo. Jádra těchto izotopů vytváří jen slabou vazbu s neutrony, proto je důležité dodat zvýšenou energii jádrům těchto izotopů, a to využitím kinetické energie rychle letících neutronů – nebude se moderovat energie neutronů. Při užití takových izotopů není ovšem možná štěpná řetězová reakce, je to způsobeno únikem rychlých neutronů, které nestihnou interagovat s dalšími jádrem a odletí pryč do prostoru – což je způsobeno absencí moderátoru. Do takové skupiny izotopů patří např.  $^{238}\text{U}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ . (Beneš et al., 2021; Benešová & Satrapová, 2002; Greenwood & Earnshaw, 1993; Houellebecq, 2007; Remy, 1961)

Naopak liché radioizotopy (s lichým nukleonovým číslem), jako  $^{239}\text{Pu}$  nebo  $^{235}\text{U}$ , vytváří dostatečně silné vazby s pomalými neutrony, které rozkmitají jádro a zapříčiní jeho rozpad, jsou tedy schopny vytvářet řetězovou štěpnou reakci. Neutrony jsou moderovány, neunikají

do prostoru, rozkmitávají větší počet jader a dochází k řetězové reakci. (Beneš et al., 2021; Benešová & Satrapová, 2002; Greenwood & Earnshaw, 1993; Houellebecq, 2007; Remy, 1961)

A proč se vlastně sudé radioizotopy nejsou schopny štěpit pomalými neutrony? Je to dáno tendencí nukleonů párovat se v jádrech. Jestliže je v radioizotopu  $^{239}\text{U}$  obsaženo 239 nukleonů, nenachází se zde lichý počet těchto částic a volný neutron se zde váže snáze. Když dojde k vazbě, tak následuje rozkmitání jádra a jeho rozpad. (Beneš et al., 2021; Benešová & Satrapová, 2002; Greenwood & Earnshaw, 1993; Houellebecq, 2007; Remy, 1961)

### **Nuklid**

Je to látka složená z atomů totožného prvku, která má stejný počet protonů i nukleonů – mají stejné protonové i nukleonové číslo. Radionuklidy jsou takové nuklidy, jejichž atomová jádra jsou schopna radioaktivní přeměny. Při přeměně těchto jader dochází k uvolňování radioaktivního záření. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

### **Izotop**

Izotopy jsou atomy téhož prvku se stejným počtem protonů ale různým počtem neutronů. Izotopy prvků mají stejné chemické vlastnosti ale rozdílné fyzikální vlastnosti. Pro výrobu jaderných zbraní se užívá také tzv. radioizotopů, to jsou takové izotopy, které podléhají radioaktivnímu rozpadu. Nejpoužívanějšími izotopy pro tvorbu jaderných zbraní, jsou  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  či izotopy vodíku deuterium a tritium. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

#### **2.1.5. Radioaktivita**

Je to samovolný děj, při němž dochází k jedné nebo více přeměnám nestabilních atomových jader určitých prvků na stabilnější atomová jádra jiných prvků. Při tomto procesu dochází k uvolňování radioaktivního záření, tzn. uvolňují se částice během přeměny jádra. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

Stabilní jádra jsou taková jádra, která mají vyrovnaný poměr počtu protonů a neutronů. Jsou to tzv. lehká jádra a mají stejný či blízký počet protonů a neutronů, jsou jimi např. vodík –  $^1_1\text{H}$  a jeho izotop  $^2_1\text{H}$ . Naopak těžké prvky jako např.  $^{238}\text{U}$  nebo  $^{239}\text{Pu}$ , mají podstatně větší počet neutronů. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

#### **2.1.6. Radioaktivní záření**

Ionizující záření, ve vojenství označované jako pronikavá radiace, je přenos energie, který probíhá ve formě elektromagnetického záření či formou hmotných částic. Toto záření je neviditelné a jeho kvanta mají energii na to, aby přímo či nepřímo ionizovaly (odtrhovaly)



podél své dráhy elektrony z elektronového obalu atomů. Zjednodušeně řečeno: vždycky nějaká určitá částice (záleží na druhu záření) dodá energii elektronu, který překoná ionizační bariéru a „uvolní“ se z elektronového obalu atomu. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka, Kubinyi, & Šámal, 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

Rozeznáváme tři základní druhy ionizujícího záření, a to alfa –  $\alpha$ , beta –  $\beta$  a gama –  $\gamma$ . Dalšími významnými druhy záření, která doprovází rozpad jader, jsou neutronové záření neboli neutronový tok a rentgenové záření neboli paprsky X. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka et al., 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **Záření $\alpha$**

Jde o záření s pomalým pohybem, které nese dva kladné elementární náboje a má krátký dosah na vzduchu. Vyzařují se částice  $\alpha$ , což jsou jádra hélia. Lze jej odstínit (zastavit) listem papíru, avšak záření  $\alpha$  je tzv. záření hustě ionizující, a tudíž jsou jeho biologické účinky obrovské. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka et al., 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **Záření $\beta$**

Záření  $\beta$  je proud elektronů či pozitronů. Tento druh záření je řídce ionizující a nemá takový biologický účinek jako záření  $\alpha$ . Je však pronikavější a jeho šíření zastaví např. překližka, slabá prkna nebo hliníková fólie. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka et al., 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **Záření $\gamma$**

Je to vysoce energetické elektromagnetické (fotonové) záření, které vzniká při radioaktivních a jaderných dějích. Záření není z biologického hlediska tak nebezpečné jako záření  $\alpha$  díky jeho řídké ionizaci. Avšak energie tohoto záření zapříčiňuje velkou pronikavost materiálů, odstínit ho dokážou např. 4 cm oceli, 11 cm betonu nebo 2 cm olova. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka et al., 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **Neutronové záření**

Neutronový tok či neutronové záření je proud rychle letících neutronů, který je charakteristický vysokou pronikavostí a k jeho zpomalení může dojít jen při srážce s jinými atomy. Neutrony ionizují nepřímou, a to právě srážkou s atomy, jejich následnou absorpcí a přeměnou. Srážka neutronů s dalšími atomy v těle způsobuje poškození a mutaci buněk. Stejně jako záření  $\alpha$ , je i neutronové záření hustě ionizující záření se silnou biologickou účinností.

Neutrony lze dobře odstínit materiály, které obsahují jádra vodíku a lehkých prvků, tedy materiály jako voda, parafín, těžká voda atd. Naopak neutron je schopen projít ještě silnější vrstvou oceli i olova, než jakou zvládne projít záření  $\gamma$ . (Greenwood & Earnshaw, 1993; Klener, 2000; Kupka et al., 2015; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **Rentgenové záření**

Je to záření pojmenované po svém objeviteli W. C. Röntgenovi a známé také jako paprsky X, je elektromagnetickým zářením. Energie tohoto záření hraje důležitou funkční roli u termionukleárních zbraní. Rentgenové záření je ionizujícím zářením, vyvolává luminiscenci, způsobuje zčernání fotografického filmu, spadá do skupiny záření s řídkou ionizací a jeho energii jsou schopné odstínit materiály, jež obsahují atomy s velkým počtem protonů. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

### **2.1.7. Jaderné palivo**

#### **Uran**

Uran je radioaktivní chemický prvek a dá se považovat za základní nebo i prvotní palivo jaderných reaktorů. Je to především způsobeno jeho přírodním výskytem v horninách, ve kterých se v malém množství objevuje v podobě oxidů, síranů, uhličitanů a křemičitanů. Čistý uran má pak stříbrobílou barvu a obsahuje tři izotopy uranu v určitém poměru, jsou jimi Uran-238, Uran-235 a Uran-234. Za účelem výroby jaderných zbraní jsou důležité především jeho izotopy  $^{238}\text{U}$  a  $^{235}\text{U}$ . (Jak se obohacuje jaderné palivo, 2008; Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

$^{238}\text{U}$  – Tento izotop uranu je zastoupen v přírodě v největším množství (99,276 %) a využívá se v jaderných zbraních především jako odražeč neutronů, který vyvolává dodatečné jaderné štěpení a zvyšuje účinnost jaderného zařízení. Jeho nízká využitelnost v jaderném zbrojení je dána jeho neschopností vytvořit lavinovou řetězovou reakci, avšak jeho důležitou vlastností je, že v jaderných reaktorech jeho ozařování způsobuje vznik plutonia-239. (Jak se obohacuje jaderné palivo, 2008; Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

$^{235}\text{U}$  – Izotop, jež je pro svou schopnost tvořit lavinovou řetězovou reakci, hojně užíván jak v jaderných reaktorech, tak i v jaderném zbrojení. Největším problémem tohoto izotopu je jeho nízký výskyt v přírodě a nízké zastoupení v čistém uranu (0,718 %) a je tedy nutné jím obohatit výsledný štěpný materiál. Pro použití uranu v jaderném reaktoru je třeba zvýšit koncentraci  $^{235}\text{U}$  z již zmíněných 0,718 % na 2-5 %. Pokud se ovšem přesuneme k výrobě

jaderných zbraní je nutno obohatit uran o izotop  $^{235}\text{U}$  na alespoň 85 %, je to však minimální hodnota a téměř vždy se obohacuje na vyšší procentuální zastoupení. Nutno dodat, že proces obohacování uranu je nejen fyzikálně náročný, ale také finančně a energeticky náročný. K obohacování uranu se užívá nejčastěji tři metod, jsou jimi plynová difúze, plynová centrifugace (odstředování) a pomocí energie vysoce výkonných laserů. Aby došlo k explozi jaderné zbraně na bázi  $^{235}\text{U}$ , je třeba získat tzv. kritické množství štěpného materiálu. Minimální kritické množství stoprocentně čistého  $^{235}\text{U}$  je bez použití neutronového odražeče 50 kg, přičemž by materiál ve sférickém tvaru měl průměr 17,2 cm. Pokud by bylo užito beryliového reflektoru, tak nejnižší množství, které je potřeba k výrobě jaderné zbraně je 15 kg stoprocentně čistého  $^{235}\text{U}$ , který by měl ve sférickém tvaru průměr 9,7 cm. (Jak se obohacuje jaderné palivo, 2008; Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

### **Plutonium**

Tento tmavošedý, radioaktivní a silně elektropozitivní prvek se v přírodě nachází jen v opravdu nepatrném množství, a to v uranových rudách, ve kterých vzniká radioaktivním rozpadem. Nicméně člověk je schopný plutonium vyrábět, a to v reaktorech typu FBR, kde dochází k ozařování  $^{238}\text{U}$  rychlými neutrony, následně vzniká uměle vytvořený izotop plutonia  $^{239}\text{Pu}$ , který je vysoce ceněným štěpným materiálem pro výrobu jaderných zbraní. Jeho výhoda spočívá v jeho dobré štěpitelnosti a ve schopnosti lidstva uměle jej produkovat. Kritické množství  $^{239}\text{Pu}$ , které je minimálně potřeba k výrobě jaderné zbraně, je buď 15 kg ve sférickém tvaru a průměru 11,3 cm, přičemž není použito reflektoru, nebo minimálně 4 kg ve sférickém tvaru o průměru 7,29 cm za použití beryliového reflektoru. (Jak se obohacuje jaderné palivo, 2008; Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

### **Deuterium a tritium**

Tento stabilní izotop vodíku, známý též pod názvem těžký vodík, se užívá jako palivo či složka paliva v termojaderných reakcích. Vyskytuje se všude tam, kde se vyskytuje i klasický vodík (protium) a vyznačuje se jádrem s jedním protonem a jedním neutronem, na rozdíl od vodíku, kde se nachází pouze jeden proton. Jelikož jádro deuteria obsahuje i neutron, tak má téměř dvakrát větší atomovou relativní hmotnost než vodík. (Jak se obohacuje jaderné palivo, 2008; Greenwood & Earnshaw, 1993; Remy, 1961)

Chemická sloučenina deuteria a kyslíku, tedy těžká voda ( $\text{D}_2\text{O}$ ), se ve 30. letech začala užívat k výzkumu jaderných reakcí a byla tak velice důležitým prvkem v počátcích jaderného výzkumu. Dodnes se navíc užívá jako moderátor částic v reaktorech a společně s deuteriem se

v současné době využívají k výzkumu termojaderných fúzí v energetice a při zkouškách na urychlovači částic. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

Tritium je radioaktivním izotopem vodíku, jádro jeho atomu obsahuje jeden proton a dva neutrony a je téměř třikrát těžší než atom vodíku. Tritium se vyskytuje pouze ve vrchních vrstvách atmosféry nebo stopově ve vodě. Stejně jako deuterium se užívá jako syntetické jaderné palivo. Jelikož se však nejčastěji setkáváme s tritiem v jeho plynném skupenství, které je náročné na zpracování, používá se v jaderných zbraních deuterid lithný (LiD), který se po reakci s neutrony přemění na helium a tritium. (Greenwood & Earnshaw, 1993; Matoušek et al., 2007; Remy, 1961)

#### **2.1.8. Jaderné reakce**

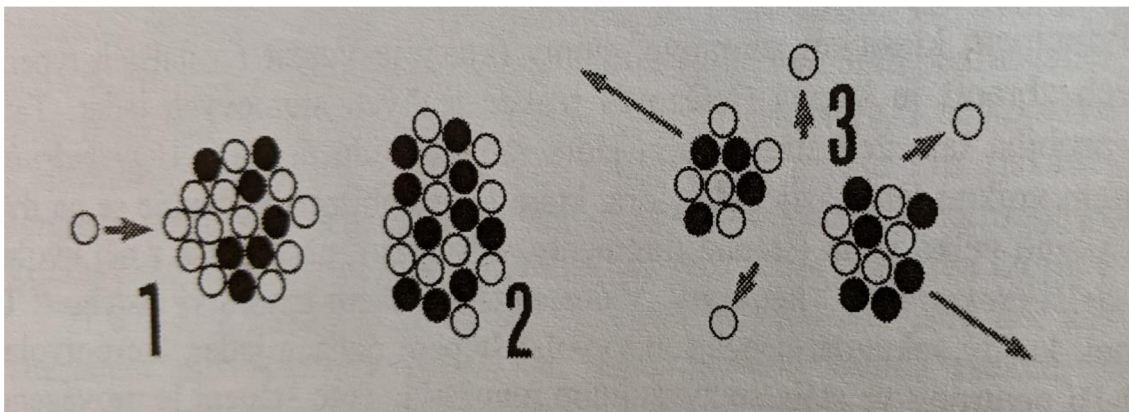
Jedná se o přeměnu jader vyvolanou vzájemným působením s jinými jádry nebo částicemi, přičemž vznikají jádra jiných prvků. (Matoušek et al., 2007)

#### **Jaderné štěpení**

Prvním druhem jaderné reakce je tzv. štěpení. Při jaderném štěpení se jádra těžkých prvků rozpadají na jádra lehčích prvků. Princip celého štěpení spočívá v ostřelování jader radionuklidu neutrony. Neutron letí vysokou rychlostí, narazí do jádra atomu, rozbije jej, jádro se rozštěpí na dvě přibližně stejná stabilnější jádra, přičemž se uvolní sekundární 1 až 3 neutrony, které narazí do dalších jader. S rostoucím počtem uvolněných neutronů roste i počet štěpení dalších jader, při tomto štěpení se uvolňuje velké množství energie. Tento celý proces se nazývá lavinová neřízená štěpná reakce. K znázornění síly jádra je dobré uvést, že při štěpení 1 kg uranu vzniká energie stejná jako při spálení 3000 tun uhlí. (Matoušek et al., 2007)

## Obrázek 1

### Princip jaderného štěpení



(Matoušek et al., 2007)

1 – kolize letícího neutronu s jádrem; 2 – nestabilní jádro; 3 – štěpení jádra a uvolnění neutronů

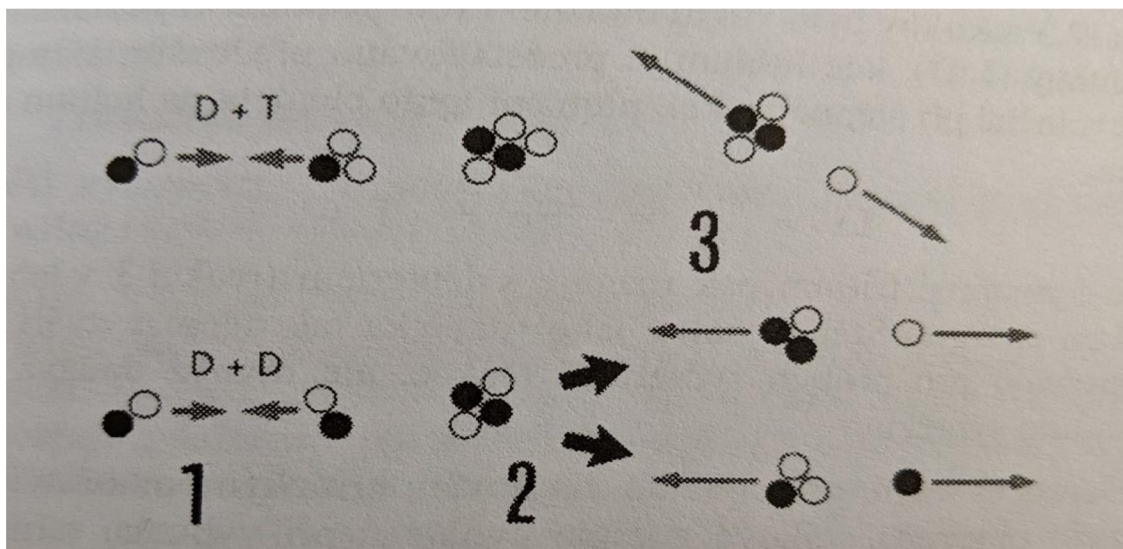
○ – neutron; ● – proton

### Jaderná fúze

Tento druh jaderné reakce spočívá v syntéze (sloučení) dvou lehkých jader, přičemž po sloučení vznikne jádro těžší. Pro tuto reakci je vhodný vodík a jeho izotopy deuterium a tritium. Proces jaderné fúze je náročnější než proces štěpení, jelikož se jádra izotopů navzájem odpuzují a je tedy těžké docílit sloučení jader. Aby došlo ke sloučení jader je nutno zahřát jádra na teplotu vyšší, než je 100 milionů stupňů Kelvina – právě kvůli překonávání takovéto teploty se tyto zbraně označují jako „termonukleární“. Pokud dosáhneme požadovaných tepelných podmínek a dostatečně přiblížíme jádra k sobě, převládne nad odpudivou elektrickou silou přitažlivá jaderná síla, dojde k syntéze jader, vzniku labilního jádra a uvolnění energie. (Matoušek et al., 2007)

## Obrázek 2

### Princip jaderné fúze



(Matoušek et al., 2007)

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

○ – neutron; ● – proton

#### 2.1.9. Taktická jaderná zbraň

V současném pojetí je tímto termínem označován takový typ jaderné zbraně, který je určen primárně k bitevnímu použití. Lze tomu rozumět tak, že taktickou jadernou zbraň je vhodné použít proti nepřátelské ozbrojené síle, protože má určitým způsobem vymezené účinky. Obecně platí to, že tyto zbraně mají menší explozivní sílu než strategické jaderné zbraně a jejich použití na ozbrojené nepřátelské síly by nemělo vést k jadernému konfliktu, to se ale nedá nijak zaručit. Síla těchto zbraní se pohybuje v řádech jednotek až stovek kilotun. Mezi taktické jaderné zbraně jsou řazeny gravitační bomby, hlubinné nálože, torpéda, miny, rakety krátkého dostřelu a dělostřelecké náboje. Někdy je možné se setkat s taktickými jadernými zbraněmi pod názvem nestrategické jaderné zbraně. (Nichols, Stuart, & McCausland, 2012; Stockholm International Peace Research Institute, 1978)

#### 2.1.10. Strategická jaderná zbraň

Tento typ zbraně dosahuje mnohem větší mohutnosti výbuchu než zbraň taktická. Výbušná síla strategických zbraní se pohybuje v řádech stovek kilotun až desítek megatun. Slouží především k útokům na rozsáhlé prostory, města, obrněné cíle, námořní základny, raketová síla, vojenské základny, průmyslové komplexy atd. Jako strategické jaderné zbraně by

se daly označit i pumy shozené na Hirošimu a Nagasaki, i když nedosahovaly takových výbušných účinků jako současné strategické jaderné zbraně. (Nichols et al., 2012; Stockholm International Peace Research Institute, 1978)

Strategické jaderné zbraně jsou v dnešní době nejvíce spojovány s mezikontinentálními balistickými raketami a s řízenými střelami s plochou dráhou letu. Jaderné hlavice jsou na těchto raketách schopné uletět tisíce kilometrů za relativně krátkou dobu a způsobit nezměrné škody na vzdáleném nepřátelském území. Strategické jaderné zbraně mají také většinou předem přiděleny cíle. (Nichols et al., 2012; Stockholm International Peace Research Institute, 1978)

## **2.2. Typy jaderných zbraní a jejich funkce**

### **2.2.1. Štěpná zbraň**

Pokud bychom se v literatuře setkali s pojmem atomová zbraň, byl by to s největší pravděpodobností právě tento typ jaderné zbraně, který je založen na principu štěpení atomového jádra. Nejběžnějším palivem u těchto zbraní jsou radionuklidy  $^{235}\text{U}$  a  $^{239}\text{Pu}$ . (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Aby došlo u štěpných zbraní k lavinové řetězové reakci, je třeba dosáhnout tzv. kritického množství štěpného materiálu, na nějž má vliv vhodný geometrický útvar. Nejvhodnější geometrický útvar je sférický, tedy kulovitý. Je to z toho důvodu, že se radikálně zvýší pravděpodobnost srážky neutronu s jádrem. Pokud by byl tvarem paliva např. tenký kvádr, tak většina sekundárních neutronů vyletí směrem do prostoru a nezpůsobí žádné další štěpení. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Limitujícím faktorem výbušné síly je u štěpné zbraně množství štěpného materiálu, čím více paliva, tím větší výbuch (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016). Dle Matouška et al. (2007) je maximální užití štěpného materiálu u atomové zbraně možné do ráže 500 kt. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Aby došlo k výbuchu bomby, je třeba dodat z vnějšku neutrony, které v iniciační fázi podpoří štěpení jader. Tím nastane neřízená lavinová štěpná reakce, uvolní se energie a dojde k výbuchu. Jako pomocník štěpné reakce se do zařízení montuje zdroj neutronů a odražeč neutronů. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

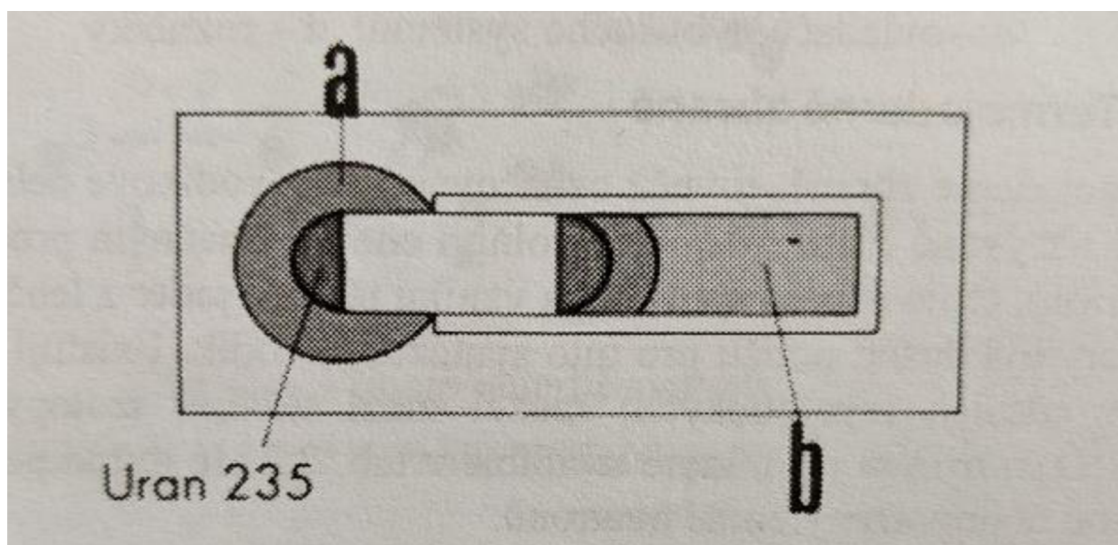
Štěpná zbraň je tedy funkční při použití kritického množství štěpného materiálu, při tomto množství dojde k explozivní reakci. Nyní je nutné toto množství ve zbrani rozdělit na dvě a více podkritická množství, která se při spuštění systému spojí v jedno nadkritické. Tento technický problém byl vyřešen tak, že se za pomoci tlakové vlny, vzniklé výbuchem konvenční trhaviny ve zbrani, okamžitě spojí oddělená podkritická množství v jednotné nadkritické množství a dojde k výbuchu. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### Nástřelný typ – Gun assembly design

Typ zvaný také kanónový či dělový je „jednodušším“ ale spolehlivým konstrukčním typem, který je určený pro uranové nálože. Příkladem tohoto typu je puma „Little Boy“, která byla svržena na japonské město Hirošimu. Nálož obsahovala  $^{235}\text{U}$  a byla rozdělena na dvě podkritické části, z nichž jedna menší byla od druhé větší ve vzdálené poloze uložena. Při iniciaci byla menší část nálože vystřelena jako projektil pomocí konvenční nálože na své místo. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### Obrázek 3

*Kanónový typ konstrukce štěpné jaderné nálože*



(Matoušek et al., 2007)

a – odražeč neutronů; b – konvenční nálož

### Implozní typ

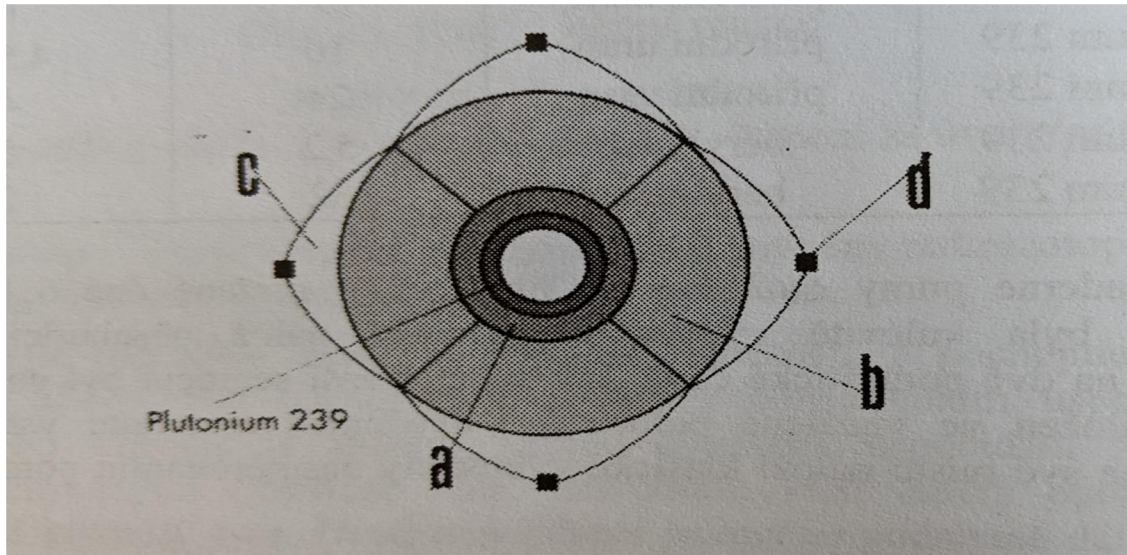
Tento typ je běžně používaný pro pumy s plutoniem i uranem. Příkladem je puma „Fat Man“, která byla svržena na japonské město Nagasaki. Obsahovala  $^{239}\text{Pu}$  jako štěpnou nálož. Tato nálož byla uspořádána do tvaru duté koule s podkritickou hustotou. V centru této dutiny byl umístěn startovní neutronový zdroj. Plutonium bylo obklopeno konvenční trhavinou



a při jejím odpálení došlo ke stlačení plutonia na nadkritickou hustotu. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

#### Obrázek 4

*Implozní typ konstrukce štěpné jaderné nálože*



(Matoušek et al., 2007)

a – odrazeč neutronů; b – konvenční výbušná nálož;

c – ovladače výbušného systému; d – roznětky

#### 2.2.2. Termojaderná zbraň – fúzní zbraň

Princip funkce této zbraně spočívá ve sloučení jader atomů lehkých prvků v jádra prvků těžších. Jediným prvkem, který se pro fúzi používá, je vodík, tedy spíše jeho izotopy, tj. deuterium a tritium. Právě kvůli užívání izotopů vodíku se tato zbraň někdy označuje jako vodíková. (Matoušek et al., 2007).

#### Tabulka 1

*Typy fúzních reakcí*

Reakce
${}^2\text{D} + {}^2\text{D} \rightarrow {}^3\text{He} + {}^1\text{n}$
${}^2\text{D} + {}^2\text{D} \rightarrow {}^3\text{T} + {}^1\text{H}$
${}^3\text{T} + {}^2\text{D} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^1\text{n}$
${}^3\text{T} + {}^3\text{T} \rightarrow {}^4\text{He} + {}^1\text{n} + {}^1\text{n}$

(Matoušek et al., 2007)

V předchozí tabulce jsou znázorněny čtyři základní typy fúzních reakcí. Vlevo od šipky je možno sledovat jaké izotopy se slučují za účelem vzniku reakce, a vpravo od šipky je vidět jaké prvky vzniknou a jaké částice se během reakcí emitují. (Matoušek et al., 2007)

Pro fúzní reakce je třeba dosáhnout teplot v řádu stovek milionů stupňů Kelvina. Je to obrovská teplota a není nijak lehké se k ní dostat, proto se pro zbraňové účely využívá tepelná energie uvolněná při jaderném štěpení. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Termojaderné zbraně pracují na dvoufázovém principu F-F, z angl. fission – fusion, tedy štěpení – syntéza. V první fázi dojde k explozi štěpné nálože, která slouží jako roznětka. V druhé fázi je přivedena termonukleární syntetická nálož k reakci teplem, které bylo vyprodukováno výbuchem štěpné nálože. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Na rozdíl od štěpné zbraně není fúzní zbraň energicky přímo limitována kritickým množstvím, takže není teoreticky limitována ani celková uvolněná energie při výbuchu termojaderné zbraně. Avšak reálně není možno užít neomezené množství syntetické směsi při iniciaci štěpnou náloží. Je to z důvodu vysokých tlaků a teplot, které by po výbuchu štěpné nálože vymrštily do okolí množství syntetické nálože, aniž by došlo k její reakci. Vybuchla by tedy štěpná nálož, pouze část syntetické nálože a nedošlo by k tak efektivnímu výbuchu, k jakému by správně mělo dojít využitím veškeré fúzní náplně. (Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Tento problém byl vyřešen za pomoci velkého množství paprsků X, které jsou vyzařovány za vysokých teplot vytvořených štěpnou náloží. Tyto paprsky se pohybují rychlostí světla ze středu nálože a jsou nosiči energie. Tyto paprsky letí směrem ven až dorazí k odražeči, který pohltí jejich část a část jich odrazí zpět. Je tedy nutné využít je k okamžitému iniciování fúzní náplně. Fúzní náplň musí být rozdělena na menší části obklopené slabým absorbérem z těžkého kovu a celý systém jaderné nálože musí být konstruktérsky vhodně sestaven. Pokud budou tyto podmínky splněny, dojde k dodání energie do celého objemu fúzní náplně a k termonukleární reakci dříve, než bude celé zařízení rozmetáno. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### 2.2.3. Třífázová jaderná nálož

Jaderná nálož, jak již z názvu vyplívá, má tři fáze F-F-F, z angl. fission – fusion – fission, tedy štěpení – syntéza – štěpení.

Princip této zbraně je obdobný jako u termojaderné zbraně, s tím rozdílem, že pokud reflektor neutronů vyrobíme z neobohaceného  $^{238}\text{U}$ , dojde k dalšímu štěpení uranu. Štěpitelnost izotopu  $^{238}\text{U}$  zajišťuje samotná termojaderné fúzi, kdy dochází k uvolňování velmi rychlých neutronů, které jsou schopny v  $^{238}\text{U}$  indukovat štěpení. Proto pokud použijeme přírodní nebo ochuzený uran jako odražeč v termonukleární náloži, podstatně tím zvýšíme účinek zbraně. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Zbraň tedy funguje následovně, nejprve dojde ke štěpení v roznětce, poté k termojaderné reakci a následně k dalšímu štěpení v odražeči neutronů.

Je důležité podotknout, že tento typ zbraně je díky svému velkému množství štěpného materiálu velice špinavý. Radioaktivita produkovaná u tohoto typu zbraně je mnohonásobně vyšší než u zbraně štěpné, navíc po výbuchu dochází k produkci plutonia v důsledku interakce neutronů s  $^{238}\text{U}$ . (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Tento typ zbraní je levnější variantou na výrobu a zároveň dosahuje větších účinků než dvoufázové termojaderné zbraně. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### 2.2.4. Další typy jaderných zbraní

Tyto typy jaderných zbraní jsou zde uvedeny jen v krátkosti, jelikož fungují na principu výše zmíněných typů zbraní, liší se pouze v užitých technologiích, přidaných materiálech a jejich účinku.

#### **Štěpná nálož se zvětšeným účinkem**

Tento typ pracuje na principu štěpné nálože implozního typu a palivem zde je plutonium. Do středu duté koule se umístí malé množství materiálu pro jadernou syntézu, které po stlačení a zahřátí vyvolá malou termonukleární reakci. Uvolní se velký počet neutronů, které zasáhnou plutonium a vyvolá se dodatečné štěpení. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Tato zbraň je angličtině přezdívána termínem „booster bomb“ pro její zvýšení účinku, který se projevuje především ve formě tlakové vlny. Je zároveň méně kontaminující než klasická štěpná zbraň. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

#### **Štěpná nálož se zvýšenou radioaktivní kontaminací**

Tato zbraň je někdy neodborně či ve vojenském žargonu označovaná jako „kobaltová“ či „slaná“. Funkce je opět obdobná jako u nálož se zvětšeným účinkem. Rozdíl je v tom, že pokud materiál termojaderné nálož smísíme s prvky, které mají vysokou pravděpodobnost se přeměnit na radioizotopy účinkem rychlých neutronů, podstatně tak zvýšíme nebezpečí zamoření okolí radioaktivitou. Rozptýlí se tak do okolí více radiace, ale tlaková a tepelná vlna se „nezvýší“. Tato zbraň je velmi špinavá. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

#### **Jaderná zbraň se zvýšeným tokem neutronů**

Tato zbraň je také známá jako „neutronová bomba“. Zbraň byla navržena za účelem probití kovů – původně navrženo jako zbraň na likvidaci tankových posádek. Neutronová zbraň funguje na principu termojaderné zbraně, má nižší výbušnou sílu, produkuje minimální tlakovou vlnu a tepelné záření. Na druhou stranu je u těchto typů zbraní maximalizovaný tok neutronů. Tato zbraň je nejvíce kontaminující zbraní ze všech jaderných zbraní – je velice špinavá. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

#### **Jaderná zbraň s intenzivním elektromagnetickým impulsem**

Tato zbraň může ochromit a zničit elektrické a elektronické systémy, a tím ochromit moderní společnost, která je na těchto systémech závislá. Zbraň je určena k detonaci ve velkých výškách a neměla by mít velký přímý biologický a fyzický účinek. Účinek takovéto zbraně je více popsán v kapitole 2.3.5. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### **2.3. Ničivé účinky jaderných zbraní**

Výbušná síla, mohutnost či ráže jaderných zbraní je vyjadřována pomocí hmotnostních jednotek, které představují energii uvolněnou při jaderném výbuchu, tato energie je ekvivalentní výbuchu stejného množství konvenční trhaviny – trinitrotoluenu. Tento ekvivalent je označován jako tritolový. Používané hmotnostní jednotky k vyjádření energie jaderných zbraní jsou tuny, kilotuny a megatuny. (Matoušek et al., 2007)

Trinitrotoluen je nejběžnější armádně využívaná trhavina, která se užívá jako náplň granátů, nábojů a náloží. Pro přehled: výbuch 1 kg TNT je roven energetické hodnotě 4,184 MJ, potom tedy 1 t TNT = 4,184 GJ. Pro představení výbušné energie jaderných zbraní dobře poslouží příklad na první nasazené jaderné bombě „Little boy“ v boji. Ta dosáhla mohutnosti výbuchu 15 kt, tzn. že její výbuch dosáhl stejné výbušné síly jako 15 000 tun TNT. Nejsilnější použitá, pouze testovaná jaderná zbraň „Car-bomba“, měla sílu přibližně 50 Mt, tedy 50 milionů tun TNT. (Matoušek et al., 2007; Švejdar, 2018)

### **2.3.1. Vzdušná tlaková síla**

Tento ničivý účinek, založený na principu mechanické práce, představuje u běžné jaderné zbraně asi 50 % uvolněné energie výbuchem. Tato tlaková vlna vznikne následkem uvolnění tepelné energie při jaderném výbuchu. Tepelná energie působí na okolní vzduch, díky tomu dojde k jeho rozpínání a následně vznikne tlaková vlna. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Veškerý proces začíná uvnitř ohnivé koule, ve které je obrovský přetlak, následně vzniká tlaková vlna, která se necelou sekundu šíří společně s ohnivou koulí. Poté se tlaková vlna oddělí od ohnivé koule a šíří se do okolí rychlostí větší, než je rychlost zvuku. Při výbuchu štěpné nálože v nízké výšce nad povrchem urazí tlaková vlna vzdálenost 1 km za 2 sekundy. U termojaderných zbraní vzniká více tepla, a tudíž při výbuchu ve stejné výšce se i tlaková vlna šíří rychleji. Vlna termojaderné zbraně urazí vzdálenost 1 km za necelou sekundu. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Lidský organismus je schopný snášet tlak o hodnotě 20 kPa a při hodnotě 50 kPa a více již dochází k poškození plic, k těžkým zraněním a smrti. Tlaková vlna, která vznikne při výbuchu 10 kilotunové bomby, je schopná vyvinout tlak 50 kPa na vzdálenost až 1800 m. (Matoušek et al., 2007)

### **2.3.2. Seizmické účinky a rázová vlna**

Po výbuchu je část energie přenesena do půdy, tato energie se v zemi projevuje vibracemi (vlnami), podobně jako tektonické jevy. Seizmické vlny se v půdě šíří a jsou schopné poškodit a zničit podzemní objekty do vzdálenosti několika jednotek kilometrů. Při výbuších podzemních, pozemních a podhladinových vzniká výhozem zeminy trychtýř, nálevka či kráter. Seizmické účinky jsou závislé na ráži použité zbraně. (Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Vibrace způsobené jaderným výbuchem jsou zcela odlišitelné od zemětřesení a je tedy možné sledovat podzemní, pozemní, nízké vzdušné a podhladinové jaderné výbuchy ve světě. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

### **2.3.3. Radioaktivita a záření**

Výbuch jaderné zbraně provází radioaktivita, která přetrvává i po něm. Radioaktivní účinky jsou způsobeny nezreagovanou částí jaderné náplně, jadernými reakcemi a následným působením záření gama a neutronového toku na okolní látky. Po výbuchu se do okolí šíří záření alfa, beta, gama a neutronové záření. (Dušek & Píšala, 2006; Matoušek et al., 2007; Wood, 2016)

Pronikavé záření působí na buňky v lidském těle. Buňky jsou základními stavebními jednotkami organismu a každá plní určitou funkci v těle. Radioaktivní záření cestuje prostorem a může proniknout do těla, kde může poškodit, změnit nebo rozbít molekuly, a tedy i atomy buněk. (Matoušek et al., 2007 Österreicher & Vávrová, 2003; Slouka, 1959)

Buňky jsou schopny poškození opravit, avšak jen pokud nedojde k překročení určité meze, tedy pokud nedojde k výraznému ozáření. Jsou tři možnosti, které mohou po ozáření organismu nastat. První možností je, že se poškozená buňka opraví a nedojde k žádnému poškození organismu. Druhou možností je buňka, která zahyne v důsledku rozsáhlého poškození. Pokud odumře jen pár „nedůležitých“ buněk, je možné, že nedojde k poškození organismu. Když ale dojde k odumření velkého počtu buněk, mohou selhávat postižené orgány – tento jev se označuje jako akutní nemoc z ozáření. Třetím případem je buňka, která neodumře, ale nedojde ani k její úplné obnově. Tyto buňky tzv. mutují a mohou vyvolávat rakovinné bujení nebo mohou změnit genetický kód, který působí především na lidské embryo (tzv. teratogenní působení). Působením na lidský plod dochází k vrozeným vadám. (Červinková, 2017; Matoušek et al., 2007 Österreicher & Vávrová, 2003; Slouka, 1959)

Účinek záření působícího na lidský či biologický organismus je vyjadřován pomocí tzv. dávkového ekvivalentu. Dávkový ekvivalent je vyjadřován v Sievertech [Sv] a tato jednotka představuje množství neboli dávku určitého záření, které je absorbováno do tkáně a vyvolá adekvátní biologický účinek. Dávkový ekvivalent lze vyjádřit také jednotkou Gray [Gy], která má stejnou hodnotu jako Sievert, s tím rozdílem, že se využívá spíše k měření dávky, které absorbovaly nebiologické materiály, např. ocel, beton, voda, a další. (Červinková, 2017; Österreicher & Vávrová, 2003; Slouka, 1959)

Pro přiblížení biologického účinku radioaktivního záření je dobré si představit, že pokud bude provedeno CT vyšetření celé páteře, dostane vyšetřovaná osoba dávku asi 15 mSv. Člověk by neměl být za jeden rok vystaven větší hodnotě záření než 100 mSv, jelikož tato hodnota prokazatelně podporuje rakovinné bujení. Pokud by došlo k vystavení člověka dávce 1 Sv a více, dojde k nemoci z ozáření a pokud nedojde k poskytnutí okamžité a rychlé pomoci, dojde k fatálnímu selhání organismu a smrti. Při jaderném výbuchu dochází k vyzařování, které dosahuje hodnot jednotek až stovek Sv. Pokud by došlo k výbuchu jaderné pumy o mohutnosti 20 kt, tak dojde k záření o intenzitě zhruba 400 Sv v místě výbuchu. Ve vzdálenosti 1 km bude tato hodnota okolo 6,5 Sv (Červinková, 2017; Matoušek et al., 2007; Österreicher & Vávrová, 2003; Slouka, 1959). Dle Matouška et al. (2007) je letální dávka 4-5 Gy.

#### **2.3.4. Světelné záření**

Při jaderném výbuchu dochází k uvolnění části energie ve formě tepelného záření, jehož teplota, bezprostředně po explozi, dosahuje statisíců až milionů stupňů Kelvina. Tepelné záření výbuchu provází světelný efekt, který je možné rozdělit na dvě časové etapy. Nejprve dojde k záblesku ihned po explozi. Tento světelný efekt trvá několik mikrosekund a během něj se uvolňuje maximální energie výbuchu. Druhým zdrojem světelného záření je vzniklá ohnivá koule. Tato ohnivá koule má životnost v řádu několika sekund a její vnitřní teplota dosahuje až několikaset tisíc stupňů K, na jejím povrchu teplota dosahuje teplot několika desítek tisíc stupňů K. (Matoušek et al., 2007)

Ničivé účinky světelného záření se vyjadřují pomocí tzv. světelného impulsu, jehož jednotka je Joule na metr<sup>2</sup> [J/m<sup>2</sup>]. Světelný záblesk má tak velkou intenzitu, že dokáže způsobit dočasné i trvalé oslepení a jeho impuls je schopný způsobit popáleniny I. až III. stupně, v závislosti na vzdálenosti od místa výbuchu. Aby došlo k popáleninám III. stupně, tedy k nejhoršímu druhu popálenin, je třeba vyvinutí energie větší než 4 J/m<sup>2</sup>. K takovéto intenzitě dojde např. ve vzdálenosti 1400 m od místa výbuchu jaderné pumy o mohutnosti 10 kt. (Matoušek et al., 2007)

Světelný impuls nepůsobí pouze na člověka ale i na okolní materiály, kdy dochází k jejich vznícení, rozpadu, roztavení a zuhelnatění. Vznikají požáry a díky teplu také dochází k lepšímu šíření radioaktivního záření. (Matoušek et al., 2007)

### **2.3.5. Elektromagnetický impuls**

Důležitým jaderným ničivým účinkem je také elektromagnetický impuls, dále jen EMP. Působením EMP dochází k poškození nebo úplnému zničení elektrických a elektronických zařízení. Může dojít k narušení dodávky elektrické energie, nedochází k přenosu komunikace, dochází k selhávání infrastrukturálních prvků a dalším závažným problémům. (Matoušek et al., 2007)

K EMP dochází v momentě, kdy radioaktivní záření výbuchu ionizuje vzduch, tzn. záření vytváří z neutrálních atomů a molekul pozitivně nabitě ionty, které špatně vedou elektrický proud. Energie, jež se projeví jako EMP při jaderném výbuchu, představuje asi jen 0,01 % z celkové energie výbuchu. Nicméně i tak dojde k vytvoření elektromagnetického pole o intenzitě asi 50 000 V/m a vytvoří se i magnetické pole o intenzitě 130 A/m. Všechna tato magnetická a elektromagnetická síla se rozprskne do okolí, klesá k zemi a je sváděna anténami a kabely k elektrickým a elektronickým zařízením, které poškozuje. (Matoušek et al., 2007)

Pokud by došlo k výbuchu silné jaderné bomby (mohutnost v Mt) ve vysoké výšce, např. ve stratosféře, dojde k pokrytí obrovské plochy EMP, řádově je EMP schopný pokrýt plochu několika stovek až tisíců kilometrů. (Matoušek et al., 2007)

## **2.4. Nosiče jaderných zbraní**

Jaderné zbraně procházely v průběhu let úpravami, které měly za účel zmenšení objemu celého zařízení, snížení váhy zařízení, zvětšení účinků, změnu účinků (viz. kapitola 2.3.4.) a další doladění technických parametrů za účelem zlepšení spolehlivosti a manipulace. Nicméně samotné jaderné zbraně by bez efektivních nosičů nemohly představovat tak velkou hrozbu, proto jsou zde uvedeny vlastnosti a funkce těchto nosičů.

### **2.4.1. Jaderné letecké pumy**

Jedná se o první nosiče jaderných zbraní, jsou spolehlivé a technologicky patří k těm jednodušším na použití, jelikož fungují na běžném principu shoení bomby z pumovnice strategického bombardéru. Tento typ nosiče sloužil původně k nošení zbraní strategického rázu, ale je možné tímto způsobem dopravovat i zbraně taktické. Největší nevýhodou gravitačních pum jsou zmíněné strategické bombardéry, jelikož jsou snadným cílem. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)



#### **2.4.2. Pozemní jaderné miny**

Jde o všeobecně nepřiliš známý a nepřiliš používaný nosič jaderných zbraní. Vývoj jaderných min úzce souvisel se stále se zintenzivňujícím napětím mezi severoatlantickou aliancí a národy varšavské smlouvy. Tento nosič by se dal označit za demoliční zařízení, jež bylo možné ručně přenášet a které mohlo být odpáleno na dálku pomocí časovače nebo nášlapným způsobem. Využití této technologie zvažoval např. SSSR, kdy chtěl vybudovat obranný val mezi „východní“ Československou republikou, východním Německem (NDR) a západním Německem (SRN), pro velký civilní ale i vojenský odpor bylo od tohoto plánu upuštěno. (Matoušek et al., 2007)

#### **2.4.3. Dělostřelecké jaderné náboje**

Jak již bylo zmíněno výše, po získání znalostí nutných k výrobě jaderných zbraní, došlo později ke zmenšování celého jaderného zařízení. Účelem zmenšování bylo taktické vyzbrojování a mezi takové taktické nosiče patří i jaderné dělostřelecké náboje. První takové zařízení bylo vyvinuto v USA a jednalo se stacionární dělo M65 s hlavní o průměru 280 mm. Dělo mělo dostřel až 30 km a bylo schopné vystřelit jaderný projektil o mohutnosti až 15 kt. Neblaze proslulým zařízením je také 2S7-Pion, což je sovětská samohybná houfnice s hlavní o průměru 203,2 mm. Tato houfnice byla schopná vystřelit až 10 kt projektil na vzdálenost 37,5 km. (Matoušek et al., 2007)

#### **2.4.4. Taktické a operačně-taktické hlavice raketových střel**

Tyto nosiče nastoupily jako nová generace zbraňového systému po jaderném dělostřelectvu. Zprvu se jednalo o reaktivní neřízené střely, které nebyly v koncové fázi navedeny na cíl. S postupem času docházelo u těchto střel ke zlepšení doletu, zvýšení nosnosti hlavic a čím dál přesnějšimu navedení na cíl. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

Nutno podotknout, že v kategorizaci těchto zbraní je poněkud zmatek, jelikož se tyto zbraně řadí dle velikosti doletu. Je těžké určit jaký má nosná raketa dolet, pokud je označena za raketu s krátkým nebo středním doletem, a to z toho důvodu, že každý stát či aliance vyvíjela tyto zbraně nezávisle na sobě, a tudíž i kategorizace dle doletu se liší. Ideální je, když se u těchto nosičů vyjadřuje účinný dolet v kilometrech, neboť je tento údaj nejsrozumitelnější. Nosiče taktických a operačně-taktických hlavic mají v dnešní době účinný dolet od desítek kilometrů po řád tisíců kilometrů. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

Co se týče použití, tak operačně taktické a taktické rakety jsou určeny k ničení dopravních uzlů, cílů v týlu nepřítele, spojovacích uzlů, letišť, předsunutých nepřátelských základen a dalších takticky významných cílů. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

#### 2.4.5. Řízené střely s plochou dráhou letu

V 50. a 60. letech 20. století došlo k zahájení vývoje nového typu nosičů, a to z důvodu zranitelnosti strategických bombardérů a s tím související možnosti ztráty zkušených pilotů. Výsledkem vývoje se staly řízené střely s plochou dráhou letu, ve světě známé pod anglickým názvem „Cruise Missile“. Jedná se o střely s širokým využitím, dají se využít k taktickému i strategickému účelu, jsou schopny uletět vzdálenost větší než 2500 km a pohybují se nízko nad zemí (desítky až stovky metrů). Tyto střely se pohybují buďto nadzvukovou rychlostí, nebo vysokou podzvukovou rychlostí a na cíl neletí po přímce – jejich dráha se klikatí. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007; Werrell, 1985)

Největší výhoda či nebezpečí těchto nosičů se skrývá právě v jejich nízké letové hladině, díky ní jsou schopny vyhnout se zachycení nepřátelských radarů. Klikatící se dráha neboli dráha letu střely, která mění svoji trajektorii letu, je také velice nebezpečná, a to ve smyslu jejího náročného zneškodnění a nepředvídatelnosti cíle. Jinými slovy střelu je náročné zneškodnit jakýmkoli systémem, jelikož neustále mění svoji dráhu letu a zároveň je těžké odhadnout cíl střely a předejít tak případnému zabezpečení cíle či evakuaci. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007; Werrell, 1985)

Celý nosič je, zjednodušeně řečeno, řízený vestavěnou řídicí jednotkou, která je umístěna v čelní části střely a je naprogramovaná, aby vedla střelu přes určené kontrolní zóny až k cíli. Přelet nad terénem a kontrolními zónami snímá vestavěný palubní radar, který vysílá informace do řídicí jednotky, a ta přizpůsobuje dráhu letu. V dnešní době je tento systém velice vyspělý a střely mají výbornou přesnost. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007; Werrell, 1985)

Řízené střely dělíme na tři základní typy dle místa odpalu:

- **ALCM** – air-launched cruise missile, střely odpalované ze vzduchu (z letadel)
- **GLCM** – ground-launched cruise missile, střely odpalované ze země
- **SLCM** – balistické střely a mezikontinentální balistické střely

#### 2.4.6. Balistické střely

Balistické střely jsou rozhodující strategické zbraňové systémy, které jsou schopny vystřelit projektil na vzdálenost několika tisíců kilometrů a zasáhnout s dobrou přesností nepřátelský cíl. K odpalu těchto střel dochází v drtivé míře ze země a z moře, v minimálním množství se umísťují i na letouny. K odpalu ze země dochází ze sil zabudovaných v zemi, ze speciálních mobilních tahačů nebo z vlakových souprav. K odpalu z mořské hladiny slouží především ponorky, ve kterých jsou svíslá síla, nicméně odpalovat lze tyto střely i z válečných lodí. Tyto nosiče představují největší hrozbu právě ve formě ponorek, jelikož jsou schopny přepravovat několik jaderných hlavic najednou, nedají se nijak snadno sledovat a mohou provádět odvetný jaderný útok. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

Po odpálení střely dojde k jejímu výstupu do letové hladiny, kde se pohybuje po kosmických oběžných drahách. V kosmu je střela naváděna družicovými navigačními systémy. Po fázi letu v kosmu následuje sestup a navedení střely na cíl. Právě díky letové fázi jsou tyto střely nazývány balistické. Jde o to, že tvaru neboli trajektorii letu těchto střel se říká balistická křivka. (Greenwood, 1975; Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

Dle Kelsey Davenport z Arms Control Association dělíme nejčastěji balistické střely podle doletu takto:

- **ICBM** – Intercontinental ballistic missile – mezikontinentální balistické střely jsou schopny největších doletů, dolet nad 5500 km, nejefektivnější nosiče tohoto typu dosahují doletu okolo 12 000 - 13 000 km
- **IRBM** – Intermediate Range Ballistic Missile – balistické střely středního doletu I., ale delšího než MRBM, dolet 3 000 – 5 500 km
- **MRBM** – Medium Range Ballistic Missile – balistické střely středního doletu II., ale kratšího než IRBM, dolet 1 000 – 3 000 km
- **SRBM** – Short Range Ballistic Missile – balistické střely krátkého doletu, dolet do 1000 km

(Davenport, 2017)

Balistické střely jsou velmi drahé, a právě proto se na ně téměř vždy montují jaderné nebo speciální zbraňové hlavice. Pokud by byly na střely montovány konvenční nálože, nemusely by mít příliš velký strategický význam. Ke zvýšení strategického významu a účinnosti byla vyvinuta technologie MIRV, jež umožňuje v rámci jedné střely nést 3 až 10 jaderných

samostatně naváděných hlavic. Systém MIRV umožňuje při sestupové fázi „rozpad“ střely na menší projektily, které jsou později samostatně naváděny na cíle. MIRV technologie by se do češtiny dala přeložit jako vícenásobné nezávisle naváděné návratové moduly. (Greenwood, 1975; Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

Příklad, který uvádí Matoušek et al., 2007, dobře znázorňuje ničivý potenciál kombinace balistických střel se systémem MIRV na palubě ponorky třídy Ohio (USA). Ponorka třídy Ohio je schopná pojmout až 24 mezikontinentálních balistických střel se systémem MIRV s desítkovým počtem jaderných hlavic. Tato jaderná ponorka tedy přenáší celkem 240 jaderných hlavic, přičemž jediná hlavička disponuje ráží až 100 kt. Celkový ničivý účinek, který je schopna ponorka užít při jediném útoku, může být až 24 000 kt (24 Mt) a to je bezpochyby ohromný ničivý potenciál.

Další pokročilou technologií spjatou s balistickými střelami je technologie MaRV, tato technologie, která by se do češtiny dala přeložit jako ovladatelný návratový modul balistických střel, zajišťuje jaderným hlavicím při sestupné fázi, kdy střela již dopadá na cíl, určitou manévrovatelnost. Tato manévrovatelnost umožňuje střelám zasáhnout cíl s vysokou přesností, zasáhnout pohybující se cíl a je schopno provádět úhybné manévry při zachycení protiraketovou obranou. Manévrovatelnost střely v návratové fázi tedy zlepšuje přesnost střely, schopnost přežít střely, zvyšuje pravděpodobnost zasažení cíle, a dokonce i průbojnost střely. (Greenwood, 1975; Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007)

#### **2.4.7. Hypersonické zbraně**

Tyto revoluční zbraňové systémy představují v současnosti největší nebezpečí, jelikož jsou tyto střely schopny letět minimální rychlostí 5 Mach (hypersonická hranice), jsou výborně manévrovatelné, díky své nízké letové hladině, pohybují se nejčastěji v atmosféře, je téměř nemožné je zpozorovat, a tak jsou prakticky nezničitelné jakoukoli moderní obranou. Nejnovější typy těchto zbraní jsou schopny uletět vzdálenost větší než 2000 km a nést přitom až 2 Mt jadernou nálož. (Kužel, 2022; Váňa, 2022)

Pokud se těleso pohybuje prostorem a jeho rychlost se rovná jednomu machovu číslu (Mach), tak se pohybuje rychlostí zvuku. Rychlost zvuku závisí na prostředí, ve kterém se šíří, proto se pohybující se tělesa v různých prostředích vyznačují jiným machovým číslem. Pokud bychom hovořili o rychlosti ekvivalentní jednomu Mach u zemského povrchu (atmosféra), tak se 1 Mach rovná 1225 km/h, ve stratosféře je pak 1 Mach roven 1060 km/h. Zatím nejvýkonější

hypersonické zbraně se s nejvyšší pravděpodobností pohybují rychlostí vyšší než 20 Mach, což by při letu v blízkosti zemského povrchu odpovídalo rychlosti asi 24 500 km/h. (Kužel, 2022; Váňa, 2022)

Moskva je přímou letovou linií vzdálena od Washingtonu D.C. asi 7800 km, představíme-li si moderní hypersonickou střelu jež je schopna letět rychlostí okolo 20 Mach, což je přibližně 24 500 km/h, a zanedbáme-li současnou doletovou schopnost střel a jiné komplexní matematickofyzikální úlohy, tak tato střela je schopna doletět z Moskvy do Washingtonu D.C. asi za 20 minut. Tento, ačkoli pouze námětový a nijak přesný, příklad uvádí, jak moc nebezpečné a strategicky významné tyto zbraně jsou a ještě budou. Pokud by došlo k útoku jednoho státu na druhý, tak bránící se stát má jen minimální časové rozmezí na jakoukoli reakci, jako např. provedení bezpečnostních, defensivních a odvetných opatření.

#### **2.4.8. Strategická jaderná triáda**

Jedná se spíše o vojenskou strategii či doktrínu než o samotné nosiče jaderných zbraní, avšak celá triáda je založena na efektivních nosičích a závisí na nich, proto je zařazena právě do této kapitoly.

Tento pojem označuje tříšložkovou jadernou výzbroj, která sestává ze strategických bombardérů, mezikontinentálních balistických střel a balistických střel odpalovaných ze strategických ponorek. Tato triáda primárně slouží k provedení odvetného úderu, avšak je samozřejmé, že ji lze využít i k útočným strategiím. Účelem triády je výrazně snížit možnost, aby nepřátelský jaderný útok zničil veškeré jaderné síly napadeného státu již prvním útokem. Strategická triáda slouží jako prostředek jaderného odstrašování. Kompletní strategickou triádou disponují pouze Spojené státy, Rusko a pravděpodobně Čína. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

### **2.5. Historické milníky v oblasti bádání a objevů**

Pokud bychom hledali první zmínky o původu atomu, museli bychom nahlédnout zpět do minulosti, a to až do 5. a 4. století př.n.l., kdy řečtí filozofové Démokritos z Abdér a Leukippos Milétský položili filozofický základ představy o hmotě, byli to tzv. atomisté. Démokritos již v té době tvrdil, že hmota je tvořena nespočtem malých tělísek, které nelze spatřit ani vnímat. Začal tyto tělíska nazývat atomy. (Pitschmann, 2005)

Další přelomový objev se uskutečnil až po dvou tisících letech, a to v roce 1789, kdy berlínský chemik M. H. Klaproth objevil oxid uraničitý. Objevil jej ve smolinci z Jáchymova

a v domněnku, že je to prvek, jej pojmenoval podle planety Uran. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

V roce 1808 chemik John Dalton vytyčil postuláty atomové teorie ve své práci nesoucí název „A New System of Chemical Philosophy“. Tato práce se stala základem moderní chemie a fyziky, a při jejím zpracování se nechal inspirovat fyzikem Isaacem Newtonem. V práci uvedl, že všechny látky se skládají z atomů a ty jsou k sobě vázány přitažlivými silami, dále pak že atomy téhož prvku jsou totožné v kvalitě, velikosti a hmotnosti, a tím se odlišují od atomů jiných prvků. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Teprve až roku 1842 získal francouzský chemik Eugène Péligot čistý uran, a dokonce jej i popsal. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Dalším významným pokrokem byl objev periodicity chemických a fyzikálních vlastností prvků. O tento objev se okolo roku 1869 simultánně zasloužili Dmitrij Ivanovič Mendělejev a Julius Lothar Meyer. Jejich objevy vedly k formulaci jednoho periodického zákona, jehož podobu známe dodnes, tedy všechny vlastnosti prvků a sloučenin jsou periodickými vlastnostmi poměrné atomové hmotnosti. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Rok 1895 se stal osudovým pro německého fyzika jménem Wilhelm Conrad Röntgen. Ten prováděl experimenty se zdokonalenou evakuovanou trubicí s rozžhavenou katodou a zjistil, že vytváří neviditelné elektromagnetické záření, které pojmenoval paprsky X. Pomocí tohoto záření, které je schopné pronikat hmotou, pořídil snímky živé lidské ruky. Za svoje objevy byl jako vůbec první fyzik oceněn Nobelovou cenou. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Henri Becquerel – tento francouzský fyzik, který původně zkoumal na základě Röntgenova objevu vztah mezi rentgenovým zářením a fluorescencí, náhodou objevil radioaktivitu při svých pokusech s fotografickou deskou. Po dalších experimentech usoudil, že z některých minerálů vychází jakési záření, které proniká krycím papírem a exponuje jeho fotografické desky. Toto záření nazval uranovými paprsky. Na jeho práci navázali manželé Marie Curie-Sklodovská a Pierre Curie. Tito dva vědci nazvali tento druh záření radioaktivním. Při získávání látek ze smolince objevili nový radioaktivní prvek, který nazvali radium. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Významným objevem se v roce 1897 proslavil Joseph John Thomson, který zjistil, že atomy nejsou jednoduché, ale složené částice. Zjistil, že součástí atomu je i nově objevená záporně nabitá částice – elektron. Tento nositel Nobelovy ceny za fyziku v roce 1898 vytvořil

první, i když ještě nepřesný, model atomu. (Pitschmann, 2005) Jeho model následně vylepšili v roce 1911 Ernest Rutherford, v roce 1913 Niels Bohr a v roce 1926 Erwin Schrödinger. (Bührke, 1999)

V roce 1920 vědci předpokládali, že jádro kromě protonu obsahuje další elementární částici, která bude mít nulový elektrický náboj. Tuto teorii potvrdil v roce 1932 James Chadwick a po objevu této částice ji pojmenoval neutron. Tento objev byl naprosto zásadní, protože umožnil realistické teorie o složení atomového jádra. (Bührke, 1999; Pitschmann, 2005)

Tyto výše zmíněné objevy jsou jen výčtem těch neznámějších, které posloužili jako vědní základ pro obory jako fyzika, chemie, medicína, biologie, elektrotechnika a tak dále. Také ale vedly k objevu jaderné energie, kterou by bylo vhodné využít k usnadnění lidské práce, nicméně její energie byla využita prvotně k tvorbě první jaderné zbraně. Někteří výše zmínění badatelé předpovídali jádru velikou budoucnost a někteří z nich se dokonce obávali moci dané síly a předpovídali její zneužití.

## **2.6. Vývoj jaderných zbraní v meziválečném a druhoválečném období**

20. století bylo plné napětí, ve světě se odehrávaly velké politické a geopolitické změny. Tyto změny vyvrcholily ve dvě světové války. Bohužel s novými válkami přišly i nové válečné technologie a způsobily zabíjení. Nejprve se v 1. světové válce použilo neblaze proslulých bojových plynů a mezi lidmi panovala myšlenka, že způsob zabíjení již nemůže být horší či strašlivější. Ve 2. světové válce však člověk sáhl ještě hlouběji do svého poznání, na svět přišly první jaderné zbraně a svět vstoupil do atomového věku.

### **2.6.1. Vojenský jaderný výzkum v Německu**

Ačkoli dnes není všem tento fakt znám, bylo to právě v nacistickém Německu, kde započal první výzkum jaderné zbraně. Tento stát byl, jak je již dobře známo, militárně založen. Úroveň jeho zbrojení rostla a úroveň jeho jaderné fyziky a radiochemie byla špičková. Tudíž je jasné, že se zájem Německa musel obrátit i na využití jaderné energie. Zprvu byl výzkum Německa prvotně zaměřen na výzkum jaderného reaktoru a ovládnutí jaderné technologie, později však bohužel došlo až k výzkumu uranové zbraně a tento úkol byl v tomto statě nazván „uranový projekt“.

O vojenské využití jádra se již na jaře roku 1939 zajímal Armádní zbrojní úřad sídlící v Berlíně. Prvotně se tento úřad začal o tuto technologii zajímat po obdržení dopisu od

chemika Paula Hartecka, který studoval v roce 1934 termonukleární syntetickou reakci společně s Marcusem Oliphantem a Ernestem Rutherfordem. (Pitschmann, 2005)

29. dubna 1939 uspořádalo říšské ministerstvo vědy, školství a osvěty tajnou vědeckou konferenci, kde se seznámil se stavem jaderného výzkumu šéf výzkumného oddělení Armádního úřadu plukovník profesor Erich Schumann. Z jeho podnětu o několik měsíců později vzniklo speciální oddělení jaderného výzkumu. Toto oddělení vedl jaderný fyzik Kurt Diebner. (Pitschmann, 2005)

Později v roce 1939, přesně 26. září, svolal Armádní zbrojní úřad vědeckou poradou. Na této poradě se v hrubých obrysech vypracoval plán na výrobu jaderné zbraně. Oficiálně tak vznikl již zmíněný uranový projekt (Pitschmann, 2005). V čele tohoto projektu stál Werner Heisenberg, společně s dalšími vědeckými velikány své doby jako např. Carl Friedrich von Weizsäcker, Max von Laue či Johannes Hans Daniel Jensen. (Matoušek et al., 2007)

Nicméně i přes takto bryskní start se Německý vojenský jaderný výzkum nesetkal s úspěchem. V době, kdy německá armáda slavila jeden triumf za druhým na východní frontě, začala německá vláda ztrácet zájem o jaderné využití ve vojenství. Ve dnech 26. až 28. února 1942 se uskutečnila v Berlíně konference, které se účastnili státní a vojenští představitelé, společně s vědeckými kapacitami pracujícími na jaderném programu. (Pitschmann, 2005) Bylo zde rozhodnuto, že se výzkum jaderné energie bude soustřeďovat předně na průmyslové využití, poté na technické a vojensko-technické využití a až v poslední řadě za účelem zkonstruování uranové výbušniny. (Iojryš, Morochov a Ivanov, 1984; Pitschmann)

S postupem času Německo upustilo od vojenského jaderného výzkumu úplně. Dodnes panuje ve světě mnoho mylných informací o tom, proč k tomu vlastně došlo. S největší pravděpodobností bylo upuštěno od tohoto programu z důvodu jiných, rychleji se vyvíjených, zbraňových technologií, jako např. raketový pohon. Také v neúspěchu hrálo svoji roli nedostatečné financování projektu a malá pracovní síla. (Pitschmann, 2005)

### **2.6.2. Vojenský jaderný výzkum v Japonsku**

Japonsko bylo dalším významným aktérem 2. světové války. A ani zde vědecké kapacity neopomněly poukázat na obrovský potenciál jádra. Vše začalo na popud generálporučíka a velitele Správy pro vědu a techniku císařského letectva Takeo Jasudi, který ve spolupráci s profesorem Rjokiči Seganem vytvořil zprávu pro ministra války Hideki Todža. Ministr války



neváhal a pověřil gen. Jasudu ověřením možnosti vývoje a výroby jaderné pumpy. (Matoušek et al., 2007)

Japonský výzkum vedl žák Nielse Bohra Josio Nišina a spolupracoval s více než sto japonskými fyziky. V roce 1942 po porážce Japonců u Midwaye se zájem o jadernou zbraň zvýšil, nicméně do roku 1943 probíhal hlavně teoretický výzkum, a to z důvodu nedostatku uranu. V Koreji jej bylo málo a pokusy o dovoz z Německa ztroskotaly. Kvůli těmto problémům bylo odhadováno profesorem tokijské univerzity Riokiči Saganem, že jadernou zbraň bude Japonsko schopno vyvinout nejdříve za 10 let. Reakcí na tyto fakta bylo 6. března 1943 rozhodnuto o zastavení vojenského jaderného výzkumu. Nicméně samotný jaderný výzkum stále pokračoval v laboratorních podmínkách, i když ne za vojenským účelem. (Pitschmann, 2005)

### **2.6.3. Vojenský jaderný výzkum ve Francii**

Předválečný jaderný výzkum ve Francii byl téměř na stejné úrovni jako ten německý, ne-li lepší. Nejen, že měli k dispozici dostatečné množství oxidu uranu a grafitu pro výzkum, ale byli také schopni dopravit z Norska do Francie velké množství těžké vody, dříve než Němci. (Matoušek et al., 2007)

Hlavním aktérem jaderného výzkumu ve Francii byl profesor Frederic Joliot-Curie. (Matoušek et al., 2007) Snažil se svou i britskou vládu přesvědčit o spolupráci při jaderném vývoji a upozornil na nebezpečí, kterým byl německý jaderný výzkum. (Pitschmann, 2005)

Bohužel již během 2. sv. války začala Francie proti Německu rychle prohrávat, a tak bylo nutno provést evakuaci veškerých důležitých surovin a technologií přes moře do Británie. Francouzští vědci se připojili k jadernému výzkumu v Británii, nikoli však profesor Curie. Ten odmítl opustit Francii a byl několikrát vyslýchán. Německé okupanty odmítal a na spolupráci nikdy nepřistoupil. (Pitschmann, 2005)

### **2.6.4. Vojenský jaderný výzkum v Sovětském svazu**

Rusko a později Sovětský svaz byl dalším státem se světovou vědeckou elitou a byl tedy schopný konkurovat západním mocnostem v oblasti jaderné energie a jaderné fyziky. V tomto státě v době jaderného rozmachu zuřila občanská válka a stát po tomto konfliktu zůstal ve špatném stavu, což příliš jadernému výzkumu neprospělo. Nicméně v lednu roku 1920 byla v Petrohradě ustanovena atomová komise, mezi jejíž členy patřily známé vědecké kapacity jako např. Abram F. Joffe nebo D. S. Rodžestvenskij. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Dále se v listopadu roku 1921 stal centrem výzkumu Fyzikálně technický ústav v Petrohradě a na jaderném výzkumu tak začali pracovat další špičkoví vědci, později známí po celém světě, např. I. V. Kurčatov, V. J. Verdanskij nebo P. L. Kapica. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Poté, co se sovětští vědci seznámili s prací F. Joliot-Curie o rozbití jádra uranu, došlo k utvoření Uranové komise a sovětský jaderný výzkum začal zaznamenávat nové úspěchy, jako objev K. A. Petržaka a G. N. Flerova o spontánním dělení jádra. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Po vpádu německých vojsk do Sovětského svazu, v červenci roku 1941, se celý výzkum téměř zastavil, vědečtí pracovníci totiž narukovali. To se částečně změnilo po informaci od vědce G. N. Flerova, která se dostala až k J. V. Stalinovi. Tato informace pojednávala o německém jaderném výzkumu a možnosti výroby jaderných zbraní. Stalin si pozval vědce pracující na jaderném výzkumu a nechal se informovat o stavu výzkumu a jeho nákladech. Vědci uvedli, že cena výzkumu může přesahovat celé válečné výdaje. Avšak v dubnu 1942 byl zahájen vývoj jaderné zbraně v čele s I. V. Kurčatovem, nicméně jak je dnes známo, tak do konce války sovětští vědci nestihli jadernou technologii ovládnout. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

#### **2.6.5. Vojenský jaderný výzkum ve Velké Británii**

Jaderný výzkum ve Velké Británii podléhal výboru MAUD, předsedal mu George Thomson a zakládajícími členy byli dále John Cockroft, P.B. Moon, James Chadwick, Patrick Blackett a Marcus Oliphant. (Pitschmann, 2005)

Britský přístup k jadernému výzkumu byl dosti systematický a koordinovaný. Výzkum byl prováděn na čtyřech univerzitních pracovištích, z nichž se každé zaměřovalo na určitou část výzkumu, a to ještě dříve než v USA. (Matoušek et al., 2007)

První pracoviště na univerzitě v Birminghamu se zabývalo základními parametry štěpné pumy s náplní uranu. Druhé pracoviště, taktéž v Birminghamu, se zabývalo výrobou kovového uranu, čehož dosáhl F. Simon za pomoci plynové difuze. Ve třetí skupině pracovali francouzští kolegové F. Joliot-Curie, navázali na jeho práci a vyřešili řetězovou reakci uranu a využití těžké vody. Poslední skupina se zabývala štěpením plutonia. (Matoušek et al., 2007)

Ačkoli byl britský výzkum po porážce Francie úspěšný a byl nejpokročilejším na světě, tak byli Britové nuceni vyhledat pomoc za oceánem. Bylo to hlavně z důvodu velkého

nebezpečí náletů Luftwaffe, nutnosti bránit se německému nepříteli a velkým finančním výdajům, které museli být přednostně poskytnuty jinde. Britští vědci i ministerský předseda Winston Churchill oddalovali sjednocení britského výzkumu s tím, který probíhal v USA, nicméně nakonec došlo k dohodě mezi těmito státy a bylo domluveno, že pokud bude jaderná zbraň vyvinuta, tak její použití musí schválit oba státy. Navíc by USA mělo po válce pomoci Británii s rozvojem mírového programu využití atomové energie. (Pitschmann, 2005)

#### **2.6.6. Vojenský jaderný výzkum ve Spojených státech amerických**

V době, kdy se v Evropě dostával k moci nacismus a fašismus, se velká spousta lidí, mezi nimi i vědeckých kapacit, rozhodla odejít ze svých domovských zemí, aby pokračovala v životě v klidu a bezpečí zámoří. Spojené státy k tomu byly nanejvýš vhodné. Byly za oceánem, byly neutrální a měly velký vědecký potenciál díky obrovskému počtu univerzit. Všechny tyto a mnohé další aspekty umožnily Spojeným státům spustit první úspěšný vojenský jaderný výzkum na světě.

Prvním důležitým impulzem vedoucím k výzkumu jaderné energie tohoto státu je spojen s datem 2. srpna 1939, kdy vědci Albert Einstein, Leo Szilard a Eugene Weigner napsali dopis americkému prezidentovi Franklinu D. Rooseveltovi, ve kterém byly uvedeny argumenty pro zahájení vojenského jaderného výzkumu a bylo upozorněno na německé jaderné ambice. (Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Když se dopis v říjnu toho roku dostal ke čtení prezidentem Rooseveltem, bylo rozhodnuto o vypracování podrobné zprávy o perspektivách vojenského jaderného využití, a ještě tentýž měsíc byla ustanovena Poradní komise pro uran. Tato komise sestávající z vědeckých kapacit předložila 1. listopadu 1939 zprávu prezidentovi a informovala v ní o realitě výroby jaderné zbraně. (Pitschmann, 2005)

Nicméně další rok se s výzkumem téměř nehnulo, a tak na popud L. Szilarda napsal 1.3. 1940 A. Einstein další dopis s výzvou o urychlení výzkumu a s varováním před tím německým. Tento dopis již zřejmě nějaký dopad měl, jelikož toho roku byl utvořen řídicí státní orgán NDRC. Jeho první podřízenou součástí se v létě 1941 stala již zmíněná Poradní komise pro uran a později byl ustanoven i informativní výbor pro zhodnocení vojenského významu celého jaderného projektu, který sepsal zprávu, na jejímž základě se celým projektem začala zabývat politická skupina vedená prezidentem. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Celý projekt byl tak rozsáhlý a náročný na přípravy, že byl zastřešen nově vzniklou institucí OSRD. Díky tomuto zastřešení a celkové organizaci se do výzkumu zapojilo mnoho univerzit, což se nakonec ukázalo jako zásadní. (Pitschmann, 2005)

Spojené státy se po útoku na Pearl Harbor, 7. prosince 1941, ocitly ve válce s Japonskem a o pár dní později i s Německem a Itálií. Tyto události výrazně motivovaly Spojené státy k okamžitému upuštění od neutrality, masové mobilizaci a obrovskému vzrůstu vojenského průmyslu, což se projevilo i na jaderném výzkumu.

O půl roku později, v červnu roku 1942, předložil předseda OSRD, zprávu prezidentu Rooseveltovi o výsledcích vojenského jaderného výzkumu a naléhal na něj, aby byl celý projekt urychlen a rozšířen. O necelé dva měsíce později, přesně 13. srpna 1942, byl celý výzkum převeden pod vojenskou zprávu nově zřízeného Manhattanského ženíjního útvaru a veškeré další práce spojené s výzkumem atomové zbraně probíhaly pod názvem „Manhattan Engineer District“. Vznikl tak světově proslulý „Projekt Manhattan“. Vedením tohoto projektu byl pověřen generál ženíjních vojsk Leslie Groves. (Groves, 1983; Pitschmann, 2005; Rhodes, 1986)

V listopadu roku 1942 bylo zapotřebí dostat dohromady veškerou potřebnou vědeckou kapacitu, a tak začala výstavba velkého experimentálního střediska Los Alamos Project. Toto zařízení se rozprostíralo na planině Pajarito Plateau v Los Alamos nedaleko od města Santa Fe a nad údolím Rio Grande v Novém Mexiku. Po zprovoznění, v březnu 1943, byl jeho vedením pověřen vynikající vědec Julius Robert Oppenheimer. Společně s ním bylo do Los Alamos přivedeno na 5 tisíc vědců. (Pitschmann, 2005)

Důležitým momentem celého výzkumu bylo dílo brilantního vědce Enrica Fermiho, který přesně 2. prosince 1942 v 15:25, při svém pokusu na Chicagském jaderném reaktoru uskutečnil první jadernou řetězovou reakci. (Matoušek et al., 2007) Bez tohoto objevu by nebylo možno pokračovat dále s výzkumem pro vojenské použití.

Zásadním byl také zisk uranu. Ten byl dovážen z Belgických dolů v Kongu a z kanadských dolů Port radium. Navíc bylo do USA převezeno již zmíněné obrovské množství oxidu uranu, které před válkou získala Francie. (Pitschmann, 2005) Do roku 1945 probíhal výzkum dílčích technologií a získávání vědeckých faktů, jako separace uranu, objev plutonia, izolace plutonia, separace uranu plynovou difuzí, sestavení pokročilejších reaktorů s vyšším výkonem, zjištění nadkritického množství výbušnin a dalších. (Matoušek et al., 2007)

Celý projekt podléhal nejvyššímu stupni utajení a všichni pracovníci byli podrobeni sledování, cenzuře, odposlechu, kontrole dopisů a dalšími restriktivními opatřeními, které je omezovaly po dlouhá léta. (Matoušek et al., 2007)

Vojenský jaderný výzkum vyvrcholil na jaře roku 1945, kdy téměř současně došlo k výrobě dvou štěpných jaderných pum. Jedné na bázi  $^{235}\text{U}$  – kanonového typu a druhé na bázi  $^{239}\text{Pu}$  – implozního typu. (Matoušek et al., 2007)

## 2.7. První jaderný test

Koncem června roku 1945 byla sestrojena implozní plutoniová bomba. Tato bomba byla určena k jadernému testu, který nesl název „Trinity“ a účelem tohoto testu bylo ověření kritického množství štěpné náplně zbraňového plutonia, ověření spolehlivosti celého konstrukčního zařízení a zjištění účinků výbuchu. Bomba nesla jméno „Gadget“, obsahovala 6,2 kg plutonia, funkční část byla sférického tvaru a okolo štěpné nálože byl odražeč neutronů o síle 7 cm vyrobený z přírodního uranu. K testu byla určena polopoušť Jordana de Muerto nedaleko města Alamogorodo. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Test byl naplánován na 16. července 1945. Jaderná puma byla dovezena na místo 14. července a byla umístěna na ocelovou věž do výšky 30 m a celá testovací zóna byla vybavena testovacími zařízeními a pozorovatelnami. Ve vzdálenosti 8 km bylo umístěno stanoviště s řídicími a odpalovacími prvky, dále pak ve vzdálenosti 15 km bylo hlavní velící a pozorovací stanoviště. Test byl naplánován na 4 hodiny ráno, nicméně kvůli nepříznivému počasí byl odložen o 90 minut. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

O zmíněných 90 minut později došlo k iniciaci jaderné pumy. Prvním pozorovatelným jevem byla obrovská záře, která byla silnější než záře slunce. (Bührke, 1999) O několik sekund později se přes všechny pozorovatelné přehnal tlaková vlna a výbuch přecházel do ohnivé koule o průměru až 1500 metrů. V místě koule se začal poté objevovat sloup prachu a kouře, který dosahoval stratosférické výšky a utvořil vzhled hříbu, tyto efekty výbuchu byly viditelné až do vzdálenosti 200 km. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Po rozednění bylo do oblasti výbuchu vysláno několik tanků obložených olověnými pláty, aby prozkoumaly místo exploze. Při příjezdu byl objeven kráter o průměru 300 m, půda okolo něj byla v okruhu 1500 m bez života a spálená. Po prozkoumání oblasti byla shromážděna data z měřících přístrojů a bylo vyhodnoceno, že výbuch dosáhl síly ekvivalentu 20 000 tun TNT. Pro spoustu vědců i vojenských představitelů byla tato data naprostým

překvapením, jelikož mnoho z nich předvíдалo, že účinek bomby bude mnohem menší. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

## **2.8. Bojové užití jaderných zbraní**

Když byla jaderná zbraň na světě, nový prezident Spojených států Harry S. Truman příliš neváhal a rozhodl o prvním bojovém použití jaderné zbraně. Mnoho vědců, kteří na vývoji jaderné zbraně pracovali, se přikláněli k nepoužití této zbraně. Přišli i s návrhem, kdy by byly sezvány hlavy různých států včetně těch japonských, aby viděly test jaderné zbraně a přistoupily tak na příměří. Avšak vládní a vojenští představitelé i sám prezident Truman zastávali názor, že kdyby měli Japonci jadernou zbraň, tak by neváhali a použili ji. V jejich mysli byla také myšlenka na odplatu za Pearl Harbor a vojensko-politický efekt, který by zbraň mohla mít na některé světové mocnosti, přesněji na Sovětský svaz. V Den nezávislosti, tedy 4. července 1945 byl odsouhlasen jaderný útok na Japonsko Velkou Británií, Kanadou a Spojenými státy, dle dohody o společném jaderném výzkumu. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

V roce 1944 byla zahájena operace „Silver Plate“, tato operace spočívala v přípravě pozemních sil, námořnictva, a především letectva na shoení jaderných pum na japonská města. Byla utvořena speciální bombardovací skupina, známá jako 509. kombinovaná skupina 20. letecké eskadry, která za vysoce utajovaných podmínek trénovala shozy pum na cíl. Tato skupina trénovala shozy z výšky 10 000 m, s rozptylem 150 až 300 metrů. Na přepravu pum byly zvoleny speciálně upravené a odlehčené bombardéry Boeing B-29 Superfortress a piloti museli týdně shodit 20 cvičných bomb, měli shodit pumy a co nejrychleji se dostat z místa exploze. Cvičné bomby vážily stejně jako budoucí jaderná puma. Nikdo však kromě velitele plukovníka Paula Tibbetse nevěděl, na co přesně se trénuje. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Do úzké nominace na téma, která města budou bombardována, se dostala města Kókura, Hirošima, Nagasaki, Niigata a Kjóto. Jako dva hlavní cíle byly zvoleny Hirošima a Kókura. Ostatní města byla označena za sekundární cíle v případě nevlídných podmínek pro útok na hlavní cíle. Kjóto bylo z tohoto seznamu později odstraněno a ušetřeno utrpení díky jeho historické a kulturní hodnotě. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

V dubnu 1945 se 509. kombinovaná skupina přesunula na ostrov Tinian, který leží severně od ostrova Guam v tichém oceáně. Byli sem převezeni i letečtí specialisté a vědci z Los

Alamos, aby zde zkonstruovali rozebranou atomovou bombu, kterou na ostrov dovezl 26. července 1945 křižník Indianapolis. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

### **2.8.1. Bombardování města Hirošima**

Před samotným útokem na město nejprve došlo k instruktáži letců, kteří byli za pomoci filmu pořízeného při testu Trinity informováni o síle a následcích jaderného výbuchu a byli podrobně seznámeni se svými úkoly. Úkol pilotů byl jasný, v rychlosti 320 km/h shodit jadernou pumu z výšky 9 500 až 10 000 m. Zvláště důležitý úkol měli bombometčící, kteří museli bombu přichystat na její shoz a následnou iniciaci v cca 600 metrech nad povrchem. Útok na město Hirošima byl naplánován na 6. srpna 1945 a bylo na něj vyčleněno 7 letounů B-29. Kdyby z nějakého důvodu nemohlo proběhnout bombardování města Hirošima, byla v záloze i města Nagasaki a Kokuru. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

K útoku na Hirošimu byla připravena uranová puma L-11, „Little Boy“ a konstrukčně odpovídala kanonovému typu štěpné zbraně. Bomba vážila 4 100 kg, měřila na výšku 3 m a samotná nálož byla vyrobena ze 64,1 kg vysoce obohaceného uranu. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

6. srpna 1945, dvě hodiny po půlnoci nejprve odstartovaly tři letouny k meteorologickému průzkumu nad městy Hirošimu, Kokuru a Nagasaki. Následně ve 03:00 ráno odstartoval bombardér B-29 číslo 82 „Enola Gay“, již s bombou na palubě. (Iojoyš et al., 1984) Posádku tohoto letounu tvořili samotný velitel eskadry plukovník Tibbets, jakožto první pilot a společně s ním dalších 11 členů posádky. Společně s letounem Enola Gay se vznesli další tři bombardéry. Bombardér „Great Artiste“, který měl za úkol shodit měřicí přístroje a bombardér číslo 91, který pořizoval letecké snímky. Třetí bombardér „Top Secret“ byl určen jako případná náhrada za Enolu Gay. (Pitschmann, 2005)

Počasí bylo nad všemi městy příznivé, a tak bylo dle plánu zaměřeno na město Hirošima. V průběhu letu bombometčik plukovník Parsons aktivoval iniciační výbušný systém. Bomba opustila na padáku pumovnici „Enola Gay“ v momentě, kdy se v zaměřovači ocitl most Aioi přes řeku Óta. Ihned po odhodu pumy byl piloty proveden natrénovaný únikový manévr. Zhruba ve výšce 500 metrů nad zemí a 43 sekundách po opuštění letounu se v bombě aktivovala rozbuška a v 08:16 hirošimského času došlo k výbuchu pumy „Little Boy“. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Při výbuchu se opět objevila obrovská ohnivá koule, která svojí září pohltila celé město i americké letouny. Piloti spatřili silnou zář a na zem vůbec nedohlédli a už vůbec netušili, co se na zemi děje. Při příletu zpět na základnu byl plukovník Tibbets vyznamenán válečným křížem za zásluhy, a ještě ten den byl informován prezident Truman, který tuto „úspěšnou“ událost patřičně oslavil lahví šampaňského. (Pitschmann, 2005)

### **2.8.2. Bombardování města Nagasaki**

Po útoku byly vyrobeny letáky s fotografiemi a popisem výbuchu atomové bomby v Hirošimě. Těmito letáky bylo zaplaveno území Japonska a mělo donutit jej ke kapitulaci. Nicméně na japonskou reakci se nečekalo a byl vydán rozkaz číslo 39 a obsahoval pokyny pro útok na město Kókura, popř. na město Nagasaki. Termín útoku byl zvolen na 12. srpna 1945. Útok byl však uspíšen z důvodu rychle postupujících sovětských jednotek v Mandžusku. Oficiální termín útoku byl tedy přesunut na 9. srpna. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

K tomuto útoku byla připravena plutoniová bomba implozního typu, byla stejné konstrukce jako bomba „Gadget“ použitá u testu Trinity. Bomba nesla krycí název „Fat Man“. (Matoušek et al., 2007)

Pro útok byly vyčleněny tři bombardéry B-29 a dva doprovodné letouny. Bombardér s krycím názvem Bock's Car nesl atomovou bombu a pilotoval jej major Sweeney. Další dva bombardéry sloužily opět jako průzkumné letouny. Start průzkumných bombardérů začal před svítáním a po osmé hodině ranní hlásily jasné počasí nad městem Kókura a malou pomalu se rozptylující oblačnost nad městem Nagasaki. Bombardér s bombou tedy letěl směrem na město Kókura. Při příletu nad město však nebylo možné zaměřit určený strategický cíl, jelikož v jeho okolí hořela ocelárna, která předchozí den čelila americkému bombardování a nyní se z ní valilo velké množství kouře. Navíc Japonci uvedli do pohotovosti protivzdušnou obranu a stíhací letouny. Major Sweeney rozhodl o ukončení operace nad Kókurou a vydal rozkaz k útoku na Nagasaki. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

Při příletu nad Nagasaki se letoun na poslední chvíli snesl pod úroveň mraků, měl čistý výhled na celé město a po zaměření určeného cíle opustila atomová bomba pumovnici. V 11:02 došlo k její explozi. Výbuch probíhal obdobně jako výbuch nad Hirošimou. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)



### 2.8.3. Následky použití atomových bomb

Atomová uranová bomba „Little Boy“, která explodovala nad Hirošimou, měla podle odhadů účinek o mohutnosti 12,5 kt. Podle amerických zdrojů měla bomba na svědomí 70 000 lidí, kteří buď naráz okamžitě zahynuli nebo zmizeli, dalších 70 000 lidí bylo dle odhadů raněno a byly zničeny stavby na ploše 12 km<sup>2</sup>. V Hirošimě žilo v té době na 255 000 lidí. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005) Japonské údaje se liší od těch amerických a uvádějí 78 150 úmrtí, 13 983 nezvěstných, 37 424 raněných a 235 656 jinak postižených lidí. Uvádějí také zničení 70 000 domů. (Kusano, 1953)

Atomová plutoniová bomba „Fat Man“ dosáhla mohutnosti ještě větší, ta se odhaduje na 22 kt. Díky členitějšímu a hornatějšímu terénu však bylo město Nagasaki ušetřeno před tak velkými ztrátami na životech a majetku, jako tomu bylo v Hirošimě. Americké údaje udávají 36 000 mrtvých a nezvěstných a 40 000 raněných. Zničená pak byla městská zóna o rozloze 4,8 km<sup>2</sup>. (Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005) Japonské údaje informují o 23 753 mrtvých, 1924 nezvěstných, 23 345 raněných a 89 025 jinak postižených lidech. Zničeno bylo na 18 000 domů. (Kusano, 1953)

Je to hrozivá představa, pokud si uvědomíme, že tuto zkázu mají na svědomí pouze dvě bomby. Aby bylo dosaženo stejného poškození měst pomocí klasického bombardování bylo by nutné, pro bombardování Hirošimy užití 210 bombardérů B-29, přičemž každý by musel nést 10 tun TNT. Při bombardování Nagasaki by to pak bylo 120 takových bombardérů. (Blackett, 1949; Pitschmann, 2005)

Výbuchy provedené nad japonskými městy byly založeny na čtyřech ničivých účincích, a to na tlakové vlně, světelném záření, radiaci a radioaktivním zamoření. Celková energie výbuchu se odhaduje na 80 bilionů joulů, přičemž 60 % energie připadalo na tlakovou vlnu, 30 % na světelné záření a zbytek pak na radiaci a radioaktivní zamoření. (Pitschmann, 2005)

Samotná tlaková vlna se po výbuchu odrazila od země a šířila se rychle všemi směry. Zpočátku rychlost této vlny byla 1600 metrů za sekundu a potom klesla na rychlost zvuku. Odhaduje se, že tlaková vlna má na svědomí 20 % všech úmrtí a již zmíněné poškození budov v oblasti 12 km<sup>2</sup>. (Pitschmann, 2005)

Světelné záření bylo vyprodukované vzniklou ohnivou koulí, jejíž životnost je omezena na pár sekund. Tato ohnivá koule je podobná malému slunci a v okamžiku výbuchu dosahovala teplota jejího povrchu 300 000 °C, což je asi 50krát více než je teplota povrchu Slunce. Sekundu

po výbuchu dosáhla koule průměru 300 m. Těmto ohnivým koulím se při bombardování Hirošimy a Nagasaki připisuje 20 až 30 % smrtelných zranění. Koule způsobovaly popáleniny ještě ve vzdálenosti 4 km. Díky vysoké teplotě při výbuchu a následnému ohřátí terénu, došlo později ke vzniku silných požárů, v jejichž důsledku umřelo dalších 30 % populace města. Z toho je patrné, že jaderné bomby jsou i velice účinné zápalné zbraně. (Pitschmann, 2005)

Novým a dosud neznámým účinkem, kterým se jaderné zbraně liší od všech doposud užitých výbušnin, je pronikavá radiace a radioaktivní zamoření. Pronikavá radiace měla na svědomí nejméně 10 % všech úmrtí a jeho smrtelná dávka 400 rentgenů zabíjela lidi až do vzdálenosti 1300 metrů od epicentra. Při výbuchu pak vzniklo velké množství radioaktivního prachu, který dlouhodobě zamořil zemědělské plochy, zdroje pitné vody a průmyslová centra. Japonci nebyli krátkou dobu sto přijít na to, co způsobuje obyvatelstvu takové zdravotní potíže a zranění, a tak mezi zasaženým obyvatelstvem panovalo přesvědčení o použití chemických zbraní. Až později se dozvěděli, že se jedná o jaderný výbuch, proto byla vyslána vyšetřovací komise, která tento fakt potvrdila. (Dienstbier, 2010; Hačija, 1956; Österreicher & Vávrová, 2003; Pitschmann, 2005; Slouka, 1959)

Následky radiace a radioaktivity se dále projevovaly i na dalších generacích, některé následky trvají až dodnes. V roce 1975 na následky ozáření umřelo přes 2700 lidí. V tomto roce bylo již po smrti 52 % lidí, kteří se nacházeli do 2 km od epicentra. Dále se radiace projevovala na plodech těhotných žen. Když došlo k jadernému výbuchu, tak všechny těhotné ženy do vzdálenosti 1,5 km od epicentra potratily nebo porodily mrtvé plody. Ve vzdálenosti větší se jim rodily děti, které byly nějakým způsobem postižené a měli dýchací a trávicí problémy nebo problémy s krvetvorbou. (Dienstbier, 2010; Fremuth, 1981; Österreicher & Vávrová, 2003; Pitschmann, 2005; Slouka, 1959)

Tři dny po atomovém bombardování města Nagasaki, dne 15. srpna japonský císař Hirohito oznámil v rozhlasovém projevu kapitulaci, kterou podepsal 2. září 1945. (Matoušek et al., 2007)

## **2.9. Poválečný vývoj jaderných zbraní ve světě**

Po konci druhé světové války a válečném použití jaderných zbraní došlo v řadě států k zahájení jaderných výzkumů. Tyto výzkumy později přerostly v závody v jaderném zbrojení. V poválečném období se samozřejmě jako první pustily do výzkumu jaderných zbraní ty státy, které měly již v předválečném období spuštěný jaderný program. Výjimkou byly poražené

státy, tedy Japonsko a Německo, ty byly po určitou dobu pod správou vítězných stran a nikdy nepřistoupily na výzkum jaderných zbraní. (Matoušek et al., 2007)

Dále je popsán vývoj jaderných zbraní těch států, které technologii jaderných zbraní získaly a stále jí disponují. Tato kapitola se bude věnovat pouze vývoji do roku 1991, tedy do doby, kdy skončila studená válka a došlo k rozpadu SSSR.

### **2.9.1. Spojené státy americké**

Po konci 2. světové války se Spojené státy zaměřily na zdokonalování svých jaderných zbraní, to se projevilo hlavně masivním testováním těchto zbraní. Nicméně celý vojenský jaderný výzkum byl převeden pod správu pětičlenné Komise pro atomovou energii, angl. Atomic Energy Commission. Tato komise byla založena na základě zákona o atomové energii, kterou podepsal prezident Truman 1. srpna 1946. Komise zpravovala a dohlížela na vojenský jaderný program až do roku 1974. (Pitschmann, 2005; Zuberi, 1999)

Když skončila válka, byly všechny jaderné zbraně až do roku 1949 montovány na základnách v Los Alamos, na základně Sandia v Albuquerque a v námořní zkušební stanici v Inyokernu v Kalifornii. V roce 1949 byla pro účel konstrukce jaderných hlavic vystavena zbrojní továrna v Burlingtonu ve státě Iowa, byly zde konstruovány hlavice vyvinuté v Los Alamos. O dva roky později byla vystavěna druhá základna asi 17 mil od města Amarillo v Texasu. Tato základna byla pojmenována Pantex a konstruovaly se zde hlavice podle výzkumu z Livermore. Za zmínku stojí, že atomový průmysl v 50. letech zaměstnával více než 100 000 dělníků ve více než 20 amerických státech. (Jungk, 1963; Pitschmann, 2005; Zuberi, 1999)

Celý jaderný výzkum byl dotován obrovskými částkami. Počátkem 60. let dosahovaly dotace výzkumu 10 miliard dolarů ročně a spousta technických prestižních univerzit dostávala 40 milionů dolarů a další desítky škol okolo 1 miliónu dolarů. Vznikla řada výzkumných ústavů, podobných tomu v Los Alamos, například univerzita v Berkeley vybudovala v Livermore novou laboratoř, kterou vedl Ernest Lawrence, Edward Teller a Herbert York. Dále byla investována asi jedna miliarda do rozšíření závodu na výrobu vysoce obohaceného uranu v Oak Ridge. Modernizací prošel i závod na výrobu plutonia v Hanfordu a během 50. let bylo za částku asi 5 miliard dolarů postaveno několik továren na výrobu štěpného materiálu. (Pitschmann, 2005; Zuberi, 1999)

## **Poválečné jaderné testování**

Testování jaderných zbraní začalo již v červenci roku 1946 v rámci operace Crossroads. S nápadem na provedení této operace přišel admirál Lewis Strauss. Operace měla dle oficiálního prohlášení za účel prověřit odolnost loďstva proti nepřátelskému útoku, získat informace pro stavbu nových lodí a zpracovat a zlepšit svou válečnou strategii. Nicméně pravým účelem operace bylo demonstrovat vojenskou sílu Spojených států. Celá operace se odehrávala u atolu Bikini, jež byl součástí tichomořských Marshallových ostrovů. Oblast okolo atolu se proměnila na rozsáhlou zkušební základnu a její okolí zaplnilo na 42 000 vojáků a vědců. Všechny personál a obrovské množství materiálu sem bylo dopraveno pomocí 200 lodí a 150 letadel. (Jungk, 1963; Pitschmann, 2005; Zuberi, 1999)

Po splnění veškerých příprav se 1. července 1946 uskutečnil první jaderný test, nesoucí krycí název Able. Jednalo se o test nálože o mohutnosti 23 kt a při shozu minula svůj cíl o celé dvě míle. Puma explodovala ve výšce 518 stop. Další výbuch se uskutečnil 25. července a byl to první podvodní test v historii, test byl označen názvem Baker a byl zaměřený na ověření bojového efektu na 87 ponorek a lodí. Testoval se také dopad na živý organismus, a to tak, že do blízkosti výbuchu bylo na několik lodí naloženo několik ovcí a koz. Posledním testem v rámci operace Crossroads byl test Charlie a byl rovněž prováděn pod hladinou moře. (Jungk, 1963; Pitschmann, 2005; Weisgall, 1996; Zuberi, 1999)

Další testování se odehrálo až o dva roky později na atolu Eniwetok, přesněji ve dnech 1. a 15. května 1948. V rámci operace Sandstone zde v těchto dnech vybuchly tři jaderné pumy, které nesly označení X-Ray, Yoki a Zebra. Mohutnost těchto zbraní se pohybovala od 18 do 49 kt. (Pitschmann, 2005; Weisgall, 1996; Zuberi, 1999)

Ve státě Nevada v USA byl v roce 1951 utvořen nový zkušební polygon, a ještě téhož roku zde byla provedena série devatenácti jaderných testů, které nesly označení Ranger, Buster-Jungle a Tumbler-Snapper. Celá testovací série měla za účel zdokonalení štěpných jaderných zbraní v tom smyslu, aby došlo k zvýšení jejich účinnosti, ale zároveň k poklesu hmotnosti celého zařízení. To se povedlo a Spojené státy tak získaly jaderné zbraně nové generace, které byly 6x lehčí ale daleko účinnější. (Jungk, 1963; Pitschmann, 2005; Weisgall, 1996; Zuberi, 1999)

Od konce 2. světové války do konce roku 1963 provedly Spojené státy celkem 316 testů jaderných zbraní. (Pitschmann, 2005; Weisgall, 1996; Zuberi, 1999)

## Vývoj termonukleární zbraně

Jedním z nejdůležitějších milníků, který USA po válce překonalo, byl vynález termonukleární bomby. Počátek výzkumu, který vedl k objevu termonukleární bomby, se datuje k roku 1934, kdy Marcus Oliphant, Ernest Rutherford a Paul Harteck objevili v Cambridge v Británii termonukleární reakci, tedy jadernou syntézu lehkých atomových jader za vysokých teplot. Objevu termonukleárních bomb přispěly také objevy z astrofyziky v roce 1939, kdy vědci přišli s teorií, která usuzovala, že světlo hvězd vzniká za termonukleárních reakcí uvnitř těles a probíhá za přeměny vodíku na deuterium či helium. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

V roce 1941 se již dva vědci, nezávisle na sobě, zabývali spuštěním termonukleární reakce za použití štěpného uranu, byli to Tokutaro Hagiwara a Enrico Fermi. Enrico Fermi seznámil se svou myšlenkou Edwarda Tellera, který se skupinkou vědců, v červenci až září roku 1942, studoval různé principy konstrukce jaderných zbraní a řešili i problém využití syntetické reakce. Sám Teller přišel jako první s modelem první termonukleární zbraně, která by fungovala na bázi deuteria iniciovaného  $^{235}\text{U}$ , tento typ zbraně nesl označení „Super“. Emil Konopinsky později zdokonalil Tellerův model tím, že navrhl přidat do termonukleární náplně tritium, jež má nižší iniciační teplotu. I když tato zbraň slibovala mohutnost v řádech megaton, celý její výzkum byl odložen z důvodu prací na atomových štěpných bombách. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Naplno se začali vědci věnovat termonukleárním zbraním až po konci války, a navíc se v oboru jaderné energie začaly objevovat nové teoretické práce, např. od Stanislava Ulama, ten byl výborným matematikem a zabýval se dosažením vysokých teplot, které jsou nezbytné pro jadernou syntézu. Dále Klaus Fuchs a John von Neumann vynalezli iniciační systém pro termonukleární bombu, který za použití energie štěpné jaderné nálože inicioval termojadernou náplň. V neposlední řadě se v dubnu roku 1946 konala tajná konference v Los Alamos, kde projednávali vědci, mezi nimi i Stanislav Ulam, Emil Konopinski a Edward Teller, tellerův konstrukční návrh nálože s účinkem 10 Mt. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Teller byl přímo pohlcen konstrukcí termonukleární zbraně a silně motivoval další vědce, aby se přidali k jeho výzkumu. V srpnu 1946 vydal výzkumnou práci, jejíž obsah informoval o možnosti sestavení nového druhu termonukleární bomby, kterou i pojmenoval jménem „Alarm Clock“. Tato bomba by podle Tellera byla konstrukčně sestavena ze sférických vrstev štěpného materiálu a termojaderné náplně. Prvotně smýšlel o využití deuteria jakožto

termonukleární náplni, později však přišel s možností použití deuteridu lithia. Teller svého dosáhl, jelikož v září téhož roku bylo rozhodnuto o rozpracování jeho koncepce. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Ačkoli byl koncept termonukleární zbraně vypracován, dosti vědců se k tomuto projektu stavělo negativně, podle nich totiž bylo absolutně zbytečné zkoumat ještě silnější verzi jaderných zbraní, jelikož i největší ruská města by nebyla schopna vydržet nápor klasických atomových bomb. Navíc termonukleární zbraně již představují hrozbu nejen pro nepřátele ale i pro celé lidstvo. V návaznosti na první úspěšné jaderné testy v SSSR, se 29. října 1949 konala konference poradního výboru Komise pro atomovou energii a všichni její členové odmítli možnost sestrojení termonukleární zbraně, právě z důvodů uvedených výše. (McDougal, 1955; Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Celou situaci změnilo zasedání komise Národní bezpečnostní rady ve Washingtonu, která doporučila prezidentu Trumanovi podepsat program vývoje termonukleárních zbraní. Po tomto doporučení uložil prezident Truman Komisi pro atomovou energii okamžitě zahájit práce na těchto zbraních, stalo se tak 31. ledna 1951. (McDougal, 1955; Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Spojené státy vůbec neváhaly a první jaderné testy započaly již v květnu 1951, kdy na atolu Eniwetok proběhly první testy v rámci operace „Greenhouse“. První test nesl označení „George“ a byl proveden 9. května. Za cíl měl ověřit funkčnost původního modelu bomby „Super“, návrh této zbraně vypracoval George Gamow. Tato zbraň nebyla sférického tvaru jako tellerův „Alarm Clock“, jednalo se o cylindricky uspořádanou implozní nálož na bázi  $^{235}\text{U}$ , který měl za účel zapálit směs deuteria a tritia. Výbuch této zbraně dosáhl mohutnosti 225 kt. Další bomba, která byla testována nesla název „Item“ a je to první nálož, která fungovala na principu Alarm Clock. Test byl proveden 25. května a mohutnost výbuchu dosáhla 45 kt. Nicméně koncepce bomby Super se ukázala jako chybná a koncepce Alarm Clock jako nedořešená a náročná. (McDougal, 1955; Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Celý projekt se po neúspěšných testech řítit k bodu mrazu, jelikož bylo třeba vyřešit náročné teoretické otázky a k tomu bylo nutno využít moderních metod. Stanislav Ulam však se svým asistentem Corneliusem Everettem dokázal vyvinout novou zásadní koncepci pro sestrojení termonukleární bomby. Tuto koncepci zpracoval do zprávy společně s Tellerem, kterou v pozdější zprávě Teller rozvinul. Tato nová koncepce využívá předností obou

předchozích konceptů „Super“ a „Alarm Clock“. Vznikla tzv. dvoustupňová termonukleární zbraň. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

První zbraň zkonstruovaná dle Teller-Ulamovi koncepce byla testována již 1. listopadu 1952 v rámci operace „Ivy“. Oprace probíhala opět na atolu Eniwetok na Marshallových ostrovech. Přímo k testu byl zvolen malý ostrůvek s názvem Elugelab a byl na něj umístěn agregát obsahující primární štěpnou nálož, agregát nesl označení „Mike“. Agregát měl sekundární část označenou názvem „Sausage“, ta obsahovala termonukleární náplň. Jako náplň bylo užito 1000 litrů tekutého deuteria v uranovém krytu. Celé zařízení nebylo vůbec ve stavu bojového užití, jelikož celý agregát byl umístěn do betonové krychle o délce hran 7 metrů a celkové váze 60 tun. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

K samotné iniciaci nálože došlo v čase 07:14. Objevila se ohnivá koule o průměru 6 km, atomový hřib dosahoval výšky 40 km a samotný ostrůvek, na kterém test probíhal, zmizel. V místě ostrůvku vznikl kráter o hloubce 60 m, délce 1600 m a šíři 600 m a do vzduchu bylo vymrštno 50 milionů tun zeminy. Celková naměřená mohutnost výbuchu byla 10,4 Mt. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Dne 15. listopadu 1952 došlo k druhému testu pod názvem „Ivy King“. Tento test již nebyl testem termonukleární nálože, nýbrž testem nejsilnější klasické štěpné nálože, jaká kdy byla odpálena. Účinek této zbraně dosáhl 500 kt. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Další testování termonukleární zbraně proběhlo až v roce 1954 v rámci operace „Castle“, jež obsahovala celkem 6 testů. První test proběhl v blízkosti atolu Bikini a zařízení bylo tentokrát naplněno pevným deuteridem lithia. Test proběhl 1. března na ostrůvku Nam a výbuch dosáhl mohutnosti 15 Mt. Další významný test v rámci této operace nesl název „Union“ a šlo o nálož fungující na principu tellerovi „Alarm Clock“. Nálož dosáhla mohutnosti výbuchu 7 Mt. Pokusy z této série umožnily konstrukci, výrobu a zavedení termonukleárních pádových pum do výzbroje amerického letectva. Samotný test termonukleární pumy vypuštěné z paluby letadla byl proveden 21. května 1956. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

Důležitým poznatkem je první testování třífázové termonukleární nálože, které proběhlo v rámci operace „Redwing“. Test nesoucí název „Redwing Zuni“ se uskutečnil 27. května 1956 na atolu Bikini a bylo odpáleno zařízení „Bassoon“, které dosáhlo při výbuchu mohutnosti 3,5 Mt. (Pitschmann, 2005; Rhodes, 1995)

## **Jaderná zbraň se zvýšeným tokem neutronů**

Neutronová zbraň byla poprvé odzkoušena na jaře 1963 v nevadské poušti. Tento typ zbraně měl snížený účinek tlakové vlny, ale zvýšený účinek pronikavého neutronového záření. Toto záření pronikalo přes silné vrstvy různých materiálů a bylo tedy schopné zasáhnout živou sílu. Američané zavedli neutronové zbraně do výzbroje v roce 1978 a byly vyráběny tři druhy základní munice, jednalo se o taktické rakety, střely a dělostřelecké granáty. Z užívané munice je tedy patrné, že neutronová zbraň byla zbraní taktickou. (Kroulík & Růžička, 1985; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005).

### **2.9.2. Sovětský Svaz**

Poválečný sovětský jaderný výzkum byl jediným, který se kromě toho amerického během války nezastavil, a to mu dávalo jistou výhodu oproti ostatním státům, které musely za války od svých programů upustit. Sovětský program byl sice za války omezen a zpomalen nepříznivými podmínkami, nicméně vědecké kapacity tohoto státu byly i přesto schopny dobře řešit nejzákladnější vědecké i technologické problémy. (Holloway, 1994; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005)

### **Vývoj atomové bomby**

Dne 20. srpna 1945 vznikla „Pervoje glavnoje upravlenije“, česky „První hlavní správa“. Toto uskupení mělo za úkol bezprostředně zařídit program vývoje jaderných zbraní. Zařízení, která byla přímo podřízena První hlavní správě, byly Laboratoře č.2 Akademie věd SSSR, vědecko-technická oddělení rozvědky NKVD a stavební a průmyslové organizace. Na celý program dohlížel Zvláštní výbor, jehož členové byli Lavrentij Berija, Igor Kurčatov a Petr Kapica. (Cochran, T. B., Norris, R. S., & Bukharin, 1995; Holloway, 1994; Pitschmann, 2005)

Dle usnesení Rady ministrů SSSR ze dne 9. dubna 1946 se rozhodlo o důležitém kroku, a to o transformaci 6. sektoru Laboratoře č.2 Akademie věd a v městě Sarov, cca 400 km východně od Moskvy, bylo vybudováno hlavní centrum vojenského jaderného výzkumu, neslo označení KB-11 nebo také Arzamas-16. Tento komplex stojí dodnes a nese název Všeruský výzkumný institut experimentální fyziky v Sarově. Jako šéf tohoto zařízení byl zvolen ministerský úředník Pavel Zernov, hlavním konstruktérem byl prof. Julij Chariton a teoretické oddělení vedl Jakov Zeldovič. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Pitschmann, 2005)

Nutno podotknout, že ruská krajina nebyla příliš bohatá na uran, proto od září 1945 začaly geologické skupiny prohledávat starší naleziště uranu ve střední Asii. Další naleziště pak



stát vybudoval na Ukrajině, v Estonsku, v leningradském regionu, na Kavkaze, na Sibiři, a dalších ruských oblastech. Kolem roku 1950 se pak do Sovětského svazu největší množství uranu dováželo z východního Německa, a to asi 45 % všech sovětských zásob. Dovoz také ve značné míře probíhal z Československa, Bulharska a Polska. Veškerý uran se převážel do uranového podniku Elektrostal nedaleko Moskvy a následně zde probíhala výroba kovového uranu. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Pitschmann, 2005)

Dle odhadů americké CIA během roku 1946 investoval Sovětský svaz do jaderného programu asi 270 milionů rublů a 25. prosince 1946 došlo k překonání důležitého milníku, kdy na evropském kontinentu proběhla první řízená štěpná reakce v reaktoru F-1, který navrhl Igor Panasjuk, Igor Kurčatov a Nikolaj Dolležal. Následně došlo k vybudování prvního reaktoru na Urale asi 80 km severozápadně od města Čeljabinks, tento reaktor sloužil k výrobě plutonia a byl spuštěn v červenci 1948. V jeho blízkosti byl postaven chemicko-metalurgický závod, který na jaře 1949 ve spolupráci s Institutem všeobecné a anorganické chemie připravil vzorek plutonia, jež odpovídalo požadavkům na konstrukci jaderné zbraně. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Pitschmann, 2005)

Sovětský svaz sestavil v létě 1949 první jadernou plutoniovou nálož označenou RDS-1. Konstrukčně byla stejného typu jako americká puma Fat Man. K testu byl vybrán polygon v kazašské stepi u řeky Irtyš a vznikla zde zkušební základna, která nesla název Semipalatinsk-21, po 140 km vzdáleném městu Semipalatinsk. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

V rámci jaderného testu s názvem „První záblesk“ byla RDS-1 zavěšena na ocelovou věž a do jejího okolí byla rozmístěna různá vojenská technika, stavební prvky, kamery, snímače a do prostoru byla také vpuštěna pokusná zvířata. Dne 29. srpna 1949 se uskutečnil samotný test. Výbuch atomové bomby dosáhl síly 20 kt. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Po tomto výbuchu a vstupu Sovětského svazu do atomového věku byla řada vědců a politických činitelů oceněna nejvyšším řádem, řádem Hrdina socialistické práce. Mezi takto oceněné patřili např. Kurčatov, Zeldovič, Dolležal, Chlopin, Chariton a další. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Další testování proběhlo až o dva roky později a jednalo se o stejné typy jaderné nálože. První byla odpálena 24. září 1951 opět z věže a druhá byla jako první sovětská puma

shozena z paluby letounu Tupolev Tu-4 18. října. Obě nálože dosáhly mohutnosti 40 kt. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

### **Vývoj termonukleární zbraně**

Nezávisle na výzkumu v USA přišel na myšlenku termonukleární zbraně Jakov Frenkel, který se o ni podělil s Igorem Kurčatovem, načež se Kurčatov okamžitě obrátil na Julije Charitona, Isaaka Gureviče, Jakova Zeldoviče a Isaaka Pomerančuka a společně položili základy o využití jaderné energie lehkých prvků. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

V červnu roku 1946 se Jakov Zeldovič začal intenzivně věnovat problému termonukleární reakce společně se svými kolegy. Dne 8. února 1948 se definitivně rozhodlo o vývoji termonukleární zbraně nesoucí krycí název RDS-6. První koncepci termonukleární bomby navrhl v září 1948 Andrej Sacharov. Tento koncept nesl označení „Slojka“ a byl konstrukčně podobný americké koncepci „Alarm Clock“. Druhý koncept vynalezl Vitalij Ginzburg, tento typ byl konstrukčně podobný typu „Slojka“ jen využíval pevného deuteridu lithia, nikoli tekutého deuteria a tritia. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Když došlo k prvním úspěšnému jadernému testu atomové bomby RDS-1, tak bylo KB-11 rozděleno na dvě silné vědecké skupiny, první skupinu vědců vedl Igor Talm a druhou Jakov Zeldovič. Talmovo oddělení navrhovalo zbraň typu Slojka označenou kódově jako RDS-6s a Zeldovičovo oddělení navrhovalo tzv. klasickou koncepci RDS-6t. Rada ministrů SSSR dne 29. prosince 1951 rozhodla upřednostnit koncepci RDS-6s a byly zadány pracovní úkoly, které měly vést k sestrojení této termonukleární zbraně. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

První sovětská termonukleární zbraň RDS-6s se dočkala testu 12. srpna 1953. Test se opět uskutečnil v polygonu Semipalatinsk-21, který ale musel projít rozšířením. Samotná bomba měla obal z  $^{238}\text{U}$  a obsahovala termonukleární náplň z deuteridu lithia, která byla zažehnutá štěpnou náloží na bázi  $^{235}\text{U}$ . V 06:00 testovacího dne došlo k výbuchu termonukleární nálože opět na ocelové věži. Po výbuchu zbyl v místě exploze pouze obrovský kráter, zem byla spálená do vzdálenosti několikaset metrů a výbuch dosáhl mohutnosti 400 kt. Je dobré zmínit, že tato bomba byla, jako první svého druhu, vojensky použitelnou termonukleární zbraní. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Po tomto testu bylo Radou ministrů SSSR rozhodnuto 20. listopadu 1953 o vývoji nové termonukleární zbraně s velkým výbušným účinkem. Nejprve se pracovalo s myšlenkou, že se bude dále rozvíjet typ RDS-6s, nakonec však bylo rozhodnuto o vývoji modernější dvoustupňové verze zbraně. Dne 14. ledna 1954 vypracovali Sacharov se Zeldovičem práci pojmenovanou „Aplikace zařízení pro kompresy super-zařízení RDS-6s“. V této práci došli dva zmínění vědci k závěru, že je možné iniciovat termojadernou reakci pomocí radiální energie štěpné nálože. Na základě této myšlenky byla vyvinuta tzv. Třetí idea, která byla v zásadě založena na stejném principu jako konstrukce Ulam-Tellera. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Návrh Třetí Idea prošel jednáním vědecko-technické rady KB-11 dne 24. prosince 1954 a na podzim roku 1955 byla sestavena a testována první zbraň tohoto typu. Test probíhal opět v oblasti Semipalatinsk-21. Dne 6. listopadu 1955 proběhl pro porovnání test zbraně principu RDS-6s, který dosáhl mohutnosti 400 kt a dne 22. listopadu proběhl test zbraně RDS-37, typu „Třetí idea“. Tato dvoustupňová bomba byla shozena z letadla a při výbuchu dosáhla mohutnosti 1,6 Mt. Za zmínku stojí jaderný test v polygonu „Novaja zemlja“, který se uskutečnil v roce 1961 a byla při něm k výbuchu přivedena „Car-bomba“, nejsilnější testovaná termonukleární zbraň na světě s přibližným účinkem výbuchu 50 Mt. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

Časem se sovětský jaderný průmysl rozrostl a jaderné zbraně byly produkovány v zařízeních Arzamas-16, Sverdlovsk-45, Zlatoust-36 a Penza-19. Celý sovětský jaderný program nejprve koordinovala První hlavní správa Rady ministrů SSSR, a to do roku 1953, dále v tom pak pokračovalo ministerstvo středního strojírenství. V roce 1986 přešla tato pravomoc do rukou ministerstva atomové energie a průmyslu a v současné době má na starost jaderný průmysl ruský Minatom, tedy Ministerstvo atomové energie Ruské federace. (Cochran et al., 1995; Holloway, 1994; Lojryš et al., 1984; Pitschmann, 2005)

### **2.9.3. Velká Británie**

O jaderný program byl v Británii zájem ihned po válce a Britové příliš neváhali a 29. srpna 1945 byla britskou vládou utvořena tajná komise GEN-75, která měla za úkol řešit otázky jaderné energie a jejího vojenského využití. Dále pak britská vláda ustanovila 18. prosince 1945 Poradní výbor pro atomovou energii, jeho vedením byl pověřen maršál letectva lord Portal. Nutno podotknout, že celý britský jaderný výzkum probíhal v podmínkách nejvyššího utajení. (Attlee, 1954; Pitschmann, 2005)

Britové v roce 1949 nějakou dobu nevěřili tomu, že Sovětský svaz opravdu vyvinul jaderné zbraně tak rychle a bez jakékoli vnější pomoci. Když se dozvěděli, že to je skutečně pravda, dostal jaderný program nejvyšší státní prioritu. (Attlee, 1954; Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

Dalším krokem Britů byla transformace střediska britského vojenského jaderného programu, kterým byl 1. dubna 1950 zvolen Ústav jaderných zbraní v Aldermastonu v Berkshire. Před tím se toto středisko nacházelo ve Fort Halsteadu v Kentu. Vedoucím konstruktérem jaderného programu se stal William George Penney, který se účastnil britské mise v Los Alamos. Tým profesora Penneyho ukončil v roce 1952 práce na konstrukci mechanismu jaderné bomby a zaměřil se na plánování jaderných testů. (Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

Britové původně počítali s testováním ve Spojených státech, avšak toto testování jim nebylo povoleno, a tak se testování britských jaderných zbraní přesunulo do Indického oceánu k australským ostrovům Monte Bello. K testu bylo vybráno okolí ostrůvku Trimouille a samotná nálož byla uložena na křižník HMS Plym. 3. října 1952 došlo k výbuchu testované plutoniové bomby a z křižníku nezbylo vůbec nic. Výbuch dosáhl mohutnosti 25 kt a na světě tak byly již tři světové mocnosti disponující jadernými zbraněmi. (Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

Další jaderné testování proběhlo o rok později na australské půdě, přesněji v Jihoaustralské poušti na polygonu Emu Field. Proběhlo zde jaderné testování, které neslo název Totem a došlo k testu dvou náloží o mohutnosti okolo 10 kt. Obě nálože byly zavěšeny na ocelové věže do výše 31 m. (Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

Stejně jako u předchozích dvou států vyhrála touha po zisku účinnější zbraně a okamžitě se začaly vyvíjet termonukleární zbraně. V rámci vývoje této zbraně proběhla na jaře roku 1956 další série testů, které sloužily k získání experimentálních dat. K prvnímu testu došlo 16. května na ostrůvku Trimouille a bylo odpáleno zařízení G1 a k druhému testu, kdy bylo odpáleno zařízení G2, došlo 19. června. Obě zařízení byla umístěna na ocelovou věž a dosáhla mohutnosti 15 - 60 kt. (Arnold, 2001; Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

První termonukleární bombu Britové odzkoušeli v rámci série Grapple 15. května 1957 u ostrova Madlen. Jednalo se o 5 tun těžké zařízení, které dosáhlo mohutnosti mezi 200 až 300 kt. Toto zařízení se nedalo přímo označit za vojensky vhodné, proto se označuje za test

první vojensky použitelné termionukleární hlavice až test Grapple X z 8. listopadu 1957. Výbuch pumy při testu Grapple X dosáhl mohutnosti 1,8 Mt. (Arnold, 2001; Barnaby & Holdstock, 2003; Pitschmann, 2005)

#### **2.9.4. Francie**

Čtvrtým státem, který vstoupil do tzv. jaderného klubu, byla Francie. Vojenský jaderný program začal pravděpodobně 18. října 1945, kdy byl prozatímní vládou ustanoven Komissariát pro atomovou energii, dále jen CEA. Tento komissariát měl na starost veškerý jaderný výzkum, jak ten vědecký a průmyslný, tak i vojenský. Důležitou postavou jaderného výzkumu se nestal nikdo jiný, než Frederic Joliot-Curie, který sloužil jako vysoký komisař (vedoucí vědecká pozice) CEA až do roku 1950. (Commissariat à l'énergie atomique, 1959; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

Ačkoliv byl před válkou francouzský jaderný průmysl na dosti vysoké úrovni, po válce postrádal dostatek vědecké kapacity. Ve státě se nenacházel ani dostatek surovin potřebných k jadernému výzkumu, tedy uran, těžká voda, uranové soli a oxidy. V návaznosti na tyto fakta došlo k rozsáhlému budování laboratoří a potřebné infrastruktury, a také došlo ke školení a vzdělávání techniků a vědců. Dvě významná místa atomového výzkumu vyrostla v Saclay, v pevnosti Chatillon a v Orsay. Všechny tyto instituty se nacházejí na jižním a jihozápadním předměstí Paříže. V Orsay probíhala příprava mladých vědců a v roce 1948 zde byl vyvinut první jaderný reaktor EL-1. O rok později v laboratořích v Le Bouchet bylo v tomto reaktoru vyprodukováno první malé množství plutoniové soli. (Commissariat à l'énergie atomique, 1959; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

Začátkem 50. let došlo k reorganizaci CEA, jeho kontrolu převzala vláda a Frederic Joliot-Curie byl nahrazen Francisem Perrinem v roli vysokého komisaře, kvůli jeho nesouhlasu s vojenským jaderným výzkumem a komunistické angažovaností. Supervize celého zařízení připadla do rukou muži jménem Pierre Guillaumat. (Commissariat à l'énergie atomique, 1959; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

K vývoji jaderné bomby bylo vystavěno výzkumné zařízení ve Villeneuve-Saint Georges nesoucí název Batterie de Limeil. Zařízení bylo zpřístupněno 15. září 1952. Toho roku byl také přijat pětiletý plán, který se týkal jaderného programu a byl řízen sekci CEA. Náplní tohoto plánu byla primárně výstavba dvou jaderných reaktorů na výrobu plutonia. Reaktory byly vystaveny v jaderném zařízení Marcoule nedaleko městečka Bagnols-sur-Cèze. Reaktory nesly

označení G1 a G2. První (G1) byl spuštěn v roce 1956 a druhý (G2) v roce 1959, oba reaktory měly dle plánů za rok vyrobit 50 kg plutonia. V roce 1957 vznikl další pětiletý plán a jeho obsah pojednával o vybudování třetího reaktoru G3, který dosáhl svého plného výkonu až v roce 1960 a byl schopný vyrobit až 100 kg plutonia ročně. Tyto tři reaktory byly později nahrazeny novou generací reaktorů Phenix a Celestin. Další reaktor pro výrobu plutonia byl vystaven až roce 1966 v La Hague. (Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

Od roku 1958 dohlížela speciálně na vojenský jaderný výzkum sekce CEA, zvaná Direction des Applications Militaires, dále jen DAM. K dispozici mu byla nově se rozrůstající jaderná zařízení, která vznikala po celém území Francie. DAM také převzala odpovědnost za reaktory sloužící k výrobě plutonia a měla uloženo od Rady obrany, provést co nejdříve jaderný test. (Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

Oficiálně se z Francie stala jaderná mocnost 13. února 1960, kdy v ranních hodinách došlo k jadernému testu s krycím názvem „Gerboise Bleue“. K testu došlo v polygonu Reggane v alžírské části saharské poušti, plutoniová nálož byla odpálena na ocelové věži a při výbuchu dosáhla mohutnosti 60 až 70 kt. Francie příliš neváhala a již 2. dubna toho roku provedla další jaderný test s názvem „Gerboise Blanc“, kdy byla opět testována plutoniová nálož, ale se slabším ničivým účinkem. Výbuch dosáhl mohutnosti asi 20 kt. Ani jedna z těchto náloží nebyla vhodná pro vojenské použití. K odzkoušení první vojensky použitelné bomby došlo až 25. dubna 1961 a jednalo se opět o plutoniovou bombu odpálenou z ocelové věže. Mohutnost jejího výbuchu nedosáhla ani 1 kt a byl to poslední francouzský jaderný test v zemské atmosféře. Tyto testy skončily v návaznosti na uzavření francouzsko-alžírské smlouvy o netestování jaderných zbraní v polygonu Reggane. (Kohl, 1972; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

Další francouzské jaderné testy probíhaly v letech 1961 až 1962 ve formě podzemních testů v polygonu Ecker v Hoggaru, 200 km od Alžíru a mezi lety 1966 až 1968 i v pacifické francouzské Polynésii, na atolech Mururoa a Fangotofa. Testy v polygonu Ecker sloužily k vývoji leteckých pum a řízených střel, testy ve francouzské Polynésii sloužily k vývoji zbraně o vysoké ráži a k vývoji taktických jaderných zbraní. (Kohl, 1972; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

První dvoustupňovou termonukleární jadernou zbraň otestovaly Francouzi 24. srpna 1968 na atolu Mururoa. Nálož byla naplněna deuteriem a tritiem a výbuch dosáhl mohutnosti

2 Mt. Zajímavostí je, že tato zbraň byla spuštěna ze speciálního balónu. (Kohl, 1972; Lovérini, 1996; Pitschmann, 2005)

#### **2.9.5. Čínská lidová republika**

Čína se pod vedením neblaze proslulého Mao Ce-tunga stala pátou jadernou velmocí, a to hlavně díky asistenci Sovětského svazu. Zprvu se SSSR nechtěl dělit o jaderné znalosti a v roce 1954 nabídl Číně možnost jaderné ochrany. Nicméně Čína nebyla sto spokojit se s takovýmto návrhem a nadále apelovala na SSSR. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

Po vzniku Čínské lidové republiky v roce 1949 vznikla i Čínská akademie věd, která byla později hlavním výzkumným centrem celé Číny. Dne 15. ledna 1955 bylo nejvyšším státním vedením rozhodnuto o vytvoření jaderné zbraně. Rozhodnutí o vytvoření jaderného programu souvisí s prvním ozbrojeným konfliktem v tchajwanské úžině. Jaderný program byl vládou svěřen Ministerstvu středního strojírenství a o dva roky později převzala vojenskou část výzkumu Vědecká technická komise. V lednu 1955 došlo ještě k jednomu významnému rozhodnutí, a to v SSSR. Došlo ke schválení podpory a pomoci socialistickým státům při rozvoji mírového jaderného výzkumu. Následně došlo k uzavření dohody mezi Pekingem a Moskvou, kdy bylo rozhodnuto o Sovětském využívání čínských zdrojů a do Ruska tak proudily neomezené dodávky uranu. SSSR na oplátku souhlasil s dodávkou experimentálního jaderného reaktoru do Číny a zároveň přislíbil dodávky štěpného materiálu. V roce 1956 dokonce začal SSSR pomáhat Číně s vybudováním jaderného průmyslu. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

Čína ve výše zmíněných a následujících letech posílala po stovkách mladé vědce do ruského města Dubna, kde studovali ve Spojeném ústavu jaderných výzkumů. Naopak sovětsí vědci zase vypomáhali v čínských zařízeních, mezi nimi i blízký spolupracovník Igora Kurčatova, Jevgenij Vorobjev. Pod vedením tohoto vědce byl zprovozněn první čínský experimentální reaktor, dále byly zavedeny technologie na obohacování uranu a získávání plutonia. Navíc v létě roku 1958 navštívila Čínu skupina výzkumníků z KB-11, která poskytovala Číňanům potřebné informace. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

Dle Lewise a Litaie (1998) došlo v říjnu 1957 k uzavření smlouvy mezi SSSR a Čínou, kdy SSSR přislíbilo dodávku prototypu jaderné zbraně, nicméně k této dodávce nedošlo. V návaznosti na tento skandál stáhl v 60. letech Sovětský svaz všechny své pracovníky z Číny.

Od roku 1958 plnil funkci konstrukční kanceláře Institut pro výzkum jaderných zbraní v Pekingu, který byl později přemístěn k jezeru Koko Nur v oblasti Haibei. Toto zařízení bylo v podstatě stejného rázu jako sovětské zařízení KB-11. V tomto zařízení byla navrhována první atomová a později i termonukleární zbraň. S jadernou technologií jsou nejvíce spojováni profesor Hoff Lu, který je považován za zakladatele nevojenského jaderného výzkumu a Qian Sanqiang. Sanqiang dříve spolupracoval v Paříži s Fredericem Joliot-Curiem a jeho ženou na Radiovém institutu. Tento vědec se už ovšem vojenské jaderné technologii věnoval a pod jeho vedením byla později sestavena první čínská atomová bomba. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

Ke konci 50. let začala v Číně rozsáhlá výstavba jaderného průmyslu, který byl potřebný k rafinaci štěpných materiálů a k výrobě nezbytných součástí pro výrobu atomové bomby. Pro výrobu plutonia sloužil grafitový vodou chlazený reaktor v Jiuquan, který byl schopný roční produkce 300 až 400 kg, obdobný reaktor v Guangyuan a malý vzduchem chlazený reaktor v Batou s roční produkcí 10 kg plutonia. Další důležitou součástí jaderného průmyslu byly továrny na výrobu obohaceného uranu, v těchto zařízeních byl uran obohacován difuzní plynovou metodou. První továrnou bylo zařízení v Lanzhou s roční produkcí 150 až 330 kg a v polovině 70. let přibyl závod v Heiping, ten byl schopný za rok vyprodukovat 750 až 2450 kg obohaceného uranu. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

Čína patří k jaderným mocnostem od 16. října 1964, kdy otestovala první jadernou bombu v polygonu poblíž jezera Lop Nur. Jednalo se o jaderný test s kódovým označením CHIC-1 a byla při něm přivedena k explozi atomová uranová bomba o mohutnosti 20 až 22 kt. Bomba byla označena číselným kódem 596. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

O rok později, přesně 14. října 1965, došlo k leteckému shozu první atomové pumy o mohutnosti 35 kt. Dalším významným milníkem bylo testování, které se uskutečnilo 9. května 1966. Šlo o test první termonukleární nálože, která byla vyrobena z deuteridu lithia,  $^{235}\text{U}$  a  $^{238}\text{U}$ . Nálož však nebyla ve stavu vojenského použití, k testu takové bomby došlo až 17. června 1967, kdy byla z letounu shozena dvoufázová termonukleární puma. Výbuch této nálože dosáhl mohutnosti 3,3 Mt a došlo k němu ve výšce 2960 metrů na povrchu země. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)



Čína také projevila zájem o jadernou zbraň se zvýšeným tokem neutronů. Vlastnictví takového typu bomby Čína přiznala 15. července 1999. (Chansoria, 2014; Lewis & Litai, 1988; Pitschmann, 2005)

#### **2.9.6. Izrael**

Jaderný program tohoto státu obklopuje tajemno, jelikož nikdy nepřiznal ani nevyvrátil vlastnictví jaderných zbraní.

Izrael se začal zabývat jadernou energií krátce po tom, co došlo k jeho vzniku. Nejprve se pokoušel v roce 1949 nalézt uran, který byl později objeven na břehu mrtvého moře. Dále došlo v tajnosti k založení Izraelské komise pro atomovou energii, stalo se tak v roce 1952 a tato komise podléhala velení izraelského ministerstva obrany. (Pitschmann, 2005; Tůma, 2014)

V roce 1958 došlo k výstavbě a zprovoznění Střediska jaderného výzkumu s názvem Nahal Soreq. V tomto zařízení probíhal vývoj a konstrukce jaderných zbraní a dále zde byl za americké asistence postaven první experimentální reaktor o výkonu 5 MW. Zároveň s konstrukcí reaktoru bylo uvedeno do výstavby zařízení nedaleko města Dimona, přesněji na okraji pouště Negev. Po této poušti nese zařízení název – Negevské středisko jaderného výzkumu. V tomto středisku docházelo postupem času k obohacování uranu, výrobě plutonia, tritia a deuteria. Z celého zařízení se nakonec stal rozsáhlý komplex. Zajímavostí je, že Izrael přiznal agentuře MAAE založení střediska Soreq a přislíbil jeho nevojenský účel, avšak středisko u Dimony bylo přísně tajné a dozvěděla se o něm až americká CIA v roce 1958. (Pitschmann, 2005; Tůma, 2014)

Ke konci roku 1958 došlo ke konstrukci prvního reaktoru na produkci plutonia, jednalo se o reaktor EL-102 a byl vystaven v Negevském středisku. Uran pro toto zařízení dodávala do roku 1967 Francie, po tomto roku jižní Afrika a Argentina. Také Velká Británie dodala Izraeli důležité materiály nutné pro výzkum, jednalo se o 20 tun těžké vody a malé množství plutonia. Tato pomoc značně urychlila izraelský vojenský jaderný výzkum. (Pitschmann, 2005; Tůma, 2014)

Po pojetí podezření, které Spojené státy dostaly po leteckém průzkumu izraelského území v roce 1958, naléhaly na Izrael, aby zařízení v Dimoně podstoupilo inspekci MAAE. Izrael však inspekci odmítl. Následně byl povolen americkým inspektorům přístup do tohoto zařízení, avšak byl jim zamezen přístup do utajovaných částí zařízení. USA Izraeli spolehlivě dokázala

vojenský jaderný úmysl až v polovině 60. let a v té době se s největší pravděpodobností Izrael stal také další jadernou velmocí, (Pitschmann, 2005; Tůma, 2014) Dle Pitschmanna (2005) se pravděpodobně mohl stát Izrael jadernou velmocí již někdy v roce 1963.

Spolehlivě dokázané je testování izraelské jaderné nálože na východním pobřeží Jižní Afriky ze dne 22. září 1979. Tento výbuch zaznamenal americký satelit a spolehlivě tak byla též dokázána vojenská jaderná spolupráce Jihoafrické republiky a Izraele. V roce 1986 došlo k úniku informací o izraelském vojenském jaderném výzkumu, prostřednictvím bývalého technika z dimonského střediska Mordechaiem Vanunu. Ten vypověděl, že Izrael vyvinul nejen atomové zbraně ale i termonukleární zbraně, a dokonce i zbraň se zvýšeným tokem neutronů. Tento technik byl později dopaden Mossadem, a později odsouzen za vlastizradu. Izraelské jaderné zbraně byly vyvíjeny v koordinaci s Jihoafrickou republikou, která byla také vlastníkem jaderných zbraní, nicméně v roce 1991 se tento stát vlastnictvím jaderných zbraní vzdal, připustil agenty MAAE k inspekci a přistoupil ke smlouvě NPT jako nejaderný stát. (Pitschmann, 2005; Tůma, 2014)

### **2.9.7. Indie**

V noci ze 14. na 15. srpna 1947 došlo k zániku britské Indie a na jejím území vznikly tři nové státy – Indie, Západní Pákistán a východní Pákistán (dnešní Bangladéš). První zmíněný stát, tedy Indie, projevila zájem o jadernou energii téměř ihned po vzniku nového státního zřízení. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Indie nezhálela a začala rychle vytvářet průmyslovou, vědecko-technickou a organizační infrastrukturu. Dalším krokem bylo přijetí zákona o atomové energii v dubnu roku 1948 a následné vytvoření Indické komise pro atomovou energii. Předsedou a vedoucím pracovníkem této komise se stal profesor Homi Jehangir Bhabha, který studoval kosmické záření na univerzitě v Cambridge. V roce 1956 vzniklo ministerstvo pro atomovou energii a ve spolupráci s Organizací pro obranný výzkum a vývoj mělo na starosti úkoly vědecko-technického rozvoje. V lednu 1957 byl otevřen Institut pro atomovou energii v Trombaji, nedaleko Bombaje. O deset let později byl přejmenován na Bhabhovo středisko pro atomový výzkum. (Hunt, 1977; Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Indii dosti pomohl tzv. Colombo Plan, česky Colombův plán. Tento plán v měl v krátkosti za účel jakousi všeobecnou podporu zemí Commonwealthu a dalších rozvojových zemí. V rámci tohoto programu došlo k uzavření dohody o spolupráci mezi Kanadou a Indií.

Kanada pomohla vybudovat v Trombaji experimentální reaktor CIRUS a také pomohla vybudovat jadernou elektrárnu Radžastán s reaktorem CANDU. I Spojené státy projevíly zájem o výpomoc Indii s vybudováním nové jaderné elektrárny v Tarapuru, avšak jen za předpokladu, že získané plutonium vyprodukované reaktorem nebude použito k vojenskému účelu. Indie souhlasila a americká firma General Electric Company dodala v roce 1963 dva 210 MW reaktory. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Za spouštěč indického vojenského jaderného výzkumu by se dalo označit čínské jaderné testování v roce 1964 a termonukleární testování v roce 1967. Indie tak pravděpodobně v roce 1967 postupně začala pracovat na vývoji jaderných zbraní. Prvním krokem k vývoji jaderné zbraně bylo vystavení experimentálního reaktoru Purnina, na kterém bylo prováděno studium nadkritického množství plutonia. Dalším krokem bylo objevení implozního principu včetně iniciačního systému. Tento objev měla na svědomí Laboratoř pro výzkum a vývoj výbušnin a Laboratoř balistického výzkumu. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Počátkem roku 1972 měla Indie k dispozici návrh první jaderné bomby a jedině, co stálo v cestě její konstrukci, byl nedostatek vojensky čistého plutonia. V roce 1974 již měla Indie dostatek veškerého materiálu a byla zkonstruována a testována první jaderná nálož. K jadernému testu s krycím názvem „Usměvavý Budha“ došlo 18. května 1974 na jaderné střelnici v poušti u Pokaranu, v Radžastánu. Jednalo se o podzemní jaderný test a dosáhl mohutnosti výbuchu 12 až 20 kt. Svět byl šokován, Indie totiž dosti ostře vystupovala proti jadernému zbrojení, nicméně konflikty s Čínou a Pákistánem určitým způsobem motivovaly tento stát k vývoji této technologie. Samozřejmě zde hrála roli i schopnost konkurovat ostatním jaderným velmocem. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Po jaderném testu se Indie uchýlila k teoretickému přístupu a v následujících letech tajně dále rozvíjela jaderný výzkum. Do roku 1989 vyrostlo na území Indie několik dalších reaktorů na výrobu plutonia a továrna na jeho zpracování v Tarapuru. Indie se postupem času stala zemí s výbornými výzkumnými středisky, jako např. Sahúv institut atomové fyziky v Kalkatě, Středisko pro atomový výzkum Indiry Ghándiové v Kalpakkamu nebo již zmíněné Bhabhovo středisko pro atomový výzkum v Trombaji. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

### 2.9.8. Pákistán

K tomu, že se Pákistán jednou stane jadernou mocností, spěly neustálé, z počátku malé, konflikty s Indií, které později přerostly ve válku. Tyto konflikty začaly po roce 1947, kdy se Pákistán a Indie staly nezávislými státy. (Geller, 2003)

Jaderný výzkum Pákistánu se datuje od roku 1956, kdy došlo k založení Rady pro výzkum atomové energie. Později byla tato rada přejmenována na Pákistánskou komisi pro atomovou energii. V roce 1965 byla dokončena výstavba PINSTECH – Pákistánského institutu jaderných věd a technologie v Rawalpindi. Toto zařízení bylo vystavěno za pomoci USA a byl zde uveden do provozu malý 5 MW jaderný reaktor PARR-1. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

Pákistán s vývojem bomby začal pravděpodobně v 70. letech, kdy se pokoušel sestavit tzv. „islámskou bombu“. Šlo o to získat jadernou bombu i pro islámskou víru, vždyť ji přece měli katolické a budhistické země, zajímaly se o ni hinduistické země a taktéž i izraelité. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

Hlavním střediskem pákistánského vojenského jaderného programu se stala v červenci roku 1976 laboratoř v Kahutě, jež sloužila i jako konstrukční kancelář. Jednalo se o zařízení s názvem Výzkumné laboratoře A. Q. Khana, tyto laboratoře byly pojmenovány po Abdulovi Qader Khanovi, který tyto laboratoře založil. Jednalo se o metalurga, který získal svůj doktorát v belgickém Leuvenu a později působil na univerzitě v Amsterdamu. Když se vrátil do Pákistánu, zajímal se o obohacování uranu. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

V roce 1976 a 1977 došlo k obchodu s německými firmami, jež prodaly Pákistánu potřebná zařízení k obohacování uranu, jako například motory pro centrifugy nebo vakuové pumpy. Čína pravděpodobně také přispěla pákistánskému programu tím, že mu dodala potřebný vysoce obohacený uran. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

I Pákistán byl začleněn do projektu „atomy pro mír“ a byl mu po dohodě s Kanadou dodán reaktor KANUPP o výkonu 125 MW. Byl uveden do provozu v polovině 70. let a byl umístěn do prostoru nedaleko Karáčí. V roce 1983 měl Pákistán k dispozici již 20 kg plutonia, což by mu vystačilo asi na dvě jaderné pumpy o mohutnosti 20 kt. Pákistán postavil další reaktor v Khushbadu o výkonu 50 MW a v návaznosti na jeho výstavbu byly vybudovány „Nové laboratoře“, které ke konci 90. let produkovaly ročně kolem 10 kg plutonia. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

### **2.9.9. Korejská lidově demokratická republika**

V 50. letech 20. století měla severní Korea výjimečné vztahy se SSSR a na základě těchto vztahů docházelo i k mezinárodní pomoci na poli jaderné technologie. KLDK uzavřela v roce 1956 se SSSR dohodu o spolupráci v oblasti jaderného výzkumu a došlo k založení Institutu pro výzkum atomové energie. V severokorejském Jongbjonu začala v polovině 60. let výstavba komplexu pro výzkum atomové energie a Sovětský svaz přispěl experimentálním reaktorem IRT-2M, který byl v tomto komplexu zastavěn. (Bříza, 2010; Pitschmann, 2005)

V roce 1985 KLDK ratifikovala smlouvu NPT na nátlak Sovětského svazu a na oplátku byl Severokorejčům financován projekt na výstavbu lehkovodních reaktorů. Dále se pak v 80. letech začaly o severokorejský jaderný program zajímat americké tajné a jaderné služby a po uzavření příměří mezi jižní a severní Koreou a stažení amerických jednotek došlo v roce 1991 mezi severem a jihem k dohodě o denuklearizaci. Tuto dohodu KLDK ignorovala a vyvíjela jaderné zbraně dál. Také po inspekci severokorejských jaderných zařízení agenturou MAAE došlo k vyvození nesrovnalostí, když neseděly počty vyrobeného plutonia 5 MW reaktorem v Jongbjonu. (Bříza, 2010; Pitschmann, 2005)

### **2.10. Historie jaderných krizí**

Tato kapitola se věnuje hazardním geopolitickým konfliktům, ve kterých hrozilo použití jaderných zbraní a zásadně ovlivnily dějiny 20. století. Většina těchto konfliktů byla součástí tzv. studené války nebo jí byla zapříčiněna. Tu společně vedly Spojené státy americké a NATO proti státům Varšavské smlouvy a Sovětskému svazu.

#### **Válka na korejském poloostrově**

Konflikt často označovaný jako první válka atomového věku, byl konfliktem, jež se těžko označuje jako čistě korejská válka. Je tomu proto, že se jednalo spíše o válku dvou ideologií či politických systémů, kterými byly „východní“ komunismus a „západní“ kapitalismus. Samotná válka nebyla nikdy vyhlášena a jedná se o první velký střet, který byl součástí již zmíněné studené války. Na jedné straně tohoto střetu stála Jihokorejská republika podporovaná Spojenými státy a nově vzniklou organizací spojených národů, a na straně druhé Korejská lidově demokratická republika podporovaná Čínskou lidovou republikou a Sovětským svazem. (Dvorchak, 1996; Pitschmann, 2005)

Ještě v září roku 1945 byla Korea rozdělena na dvě původně dočasné poloviny, na sever a jih, přičemž jih strážila armáda USA a sever vojska SSSR, jako hranice byla stanovena 38.

rovnoběžka. Po neúspěšných snahách sestavit jednotnou demokratickou vládu byla Korea podle vlivu ideologií trvale rozdělena a v roce 1948 vznikly dva samostatné státy, již zmíněná KĽDR a Jihokorejská republika, přičemž hranice států zůstala ležet na 38. rovnoběžce. (Dvorchak, 1996; Pitschmann, 2005)

Během let 1948 a 1949 se z obou korejských států postupně stáhla vojska SSSR a USA a dne 25. června 1950 podnikla severní Korea nečekanou invazi na jih, za pomoci čínských divizí. Spojené státy příliš neváhaly a již na počátku války, tedy roce 1950, došlo k vybavení základny na ostrově Guam materiální pomocí a zbraňovými technologiemi, ovšem zatím bez jaderných paliv, tomu předcházelo i naléhání generála D.D. Eisenhowera. Jelikož se válka pro jižní Koreu a její spojence vyvíjela nepříliš přívětivě, přišel generál Douglas MacArthur s plánem na použití jaderných zbraní. Jeho cílem bylo izolovat válčiště bombardováním až 34 cílů jadernými pumami. Toto bombardování by zamezilo postupu severní Koreji dále na jih. Po 30. červenci, kdy byla provedena velká a úspěšná protiofenzíva severní Koree a Číny, informoval prezident Truman o neváhání použít jakýchkoli prostředků k zamezení dalšího postupu. (Dvorchak, 1996; Pitschmann, 2005)

V dubnu 1951 byla dopravena bombardovací peruť na ostrov Guam společně s komponenty určených k sestavení až devíti jaderných pum. Což byl nepochybně alarmující signál k nukleární válce. Ještě však téhož roku byly bombardéry společně s jadernými zbraněmi odvezeny zpět na pevninské území USA. (Dvorchak, 1996; Pitschmann, 2005)

I přes občanskou podporu USA, která byla z větší části pro použití jaderných zbraní, bylo na naléhání Velké Británie upuštěno od jejího použití. Důvodem, proč Británie tlačila na USA, byl možný otevřený konflikt s Čínou, na který se USA již částečně připravovaly. (Dvorchak, 1996; Pitschmann, 2005)

### **Války ve Vietnamu**

Prvním konfliktem byla tzv. první válka v Indočíně a jednalo se o válku vlasteneckých Vietnamců proti francouzským koloniálním vojskům. Myšlenku na použití jaderných zbraní zde vyvolalo zatlačení francouzských jednotek do pevnosti Dien Bien Phu. Jaderné zbraně zde měly být poskytnuty Francouzům ze strany USA, jejichž námořní síly hlídkovaly u pobřeží Vietnamu a disponovaly ranými taktickými jadernými zbraněmi. Tato pravidla byla uvedena do pohotovosti a jen vyčkávala na rozkaz k použití. Ovšem na rozkaz prezidenta Eisenhowera bylo

na poslední chvíli od použití ustoupeno a Francouzi se z Indočíny stáhli, jejich místo v Indočíně zaujaly Spojené státy. (Pitschmann, 2005)

Když později vypukla občanská válka ve Vietnamu, opět se začalo uvažovat o použití jaderných zbraní ze strany USA. Tato krvavá a vyčerpávající válka byla, dalo by se říci, pokusným králíkem USA, jelikož zde Američané užívali zbraně chemické (dráždivé), zápalné – typu napalm a zbraně na bázi bojových herbicidů. Je jisté, že jaderné zbraně a jejich použití se zde také zvažovalo. Byly opět vypracovány cíle, které by bylo možné napadnout taktickými zbraněmi, a dokonce v roce 1969 proběhla na rozkaz amerického prezidenta Nixona operace Velké kopí. Tato operace byla provedena a na hranice sovětského svazu byly poslány strategické bombardéry s termonukleárními bombami, které na těchto hranicích tři dny kroužily. Účelem této akce bylo přinutit severovietnamská vojska ke kapitulaci. Sověti ani Vietnamci se však potlačit nenechali a po třech dnech byly bombardéry staženy. (Pitschmann, 2005)

Od použití jaderných zbraní ve Vietnamu bylo upuštěno kvůli velkému domácímu odporu občanů v USA, kteří otevřeně vystupovali proti jejich použití a stažení vojsk z Vietnamu. Dalším tíživým aspektem byla pravděpodobnost odvetného útoku SSSR na spojenecké cíle. (Pitschmann, 2005)

### **Karibská krize**

Bezpochyby nejznámější raketová a jaderná krize všech dob, k jejímuž vyvrcholení došlo v roce 1962. Této krizi předcházel vojenský převrat na ostrově Kuba, kdy partyzáni v čele s Fidelem Castrem převzali v Havaně moc, svrhli diktátora Batisty a ovládli Kubu, stalo se tak v lednu 1959. (Pitschmann, 2005)

Nová vláda Kuby 7. května 1960 obnovila diplomatické styky se SSSR. Tato alarmující zpráva šokovala americkou veřejnost a byly neprodleně připravovány bezpečnostní kroky. Prvním velkým krokem bylo bombardování Havany 15. dubna 1961 a následným druhým krokem vylodění cca 1400 protikastrovských Kubánců v zátocě sviní, kteří byli cvičeni americkou CIA. Na celou akci dohlížela sama CIA a celé vylodění bylo doprovázeno americkou flotilou a letectvem. Tato akce skončila po několika dnech naprostým fiaskem, kdy byli vylodění oportunisti kastrovské vlády zabiti nebo zajati. (Pitschmann, 2005)

Ačkoli došlo k úspěšnému odražení jednotek vyslaných spojenými státy, bylo Radou obrany SSSR rozhodnuto o vojenské pomoci Kubě. Projevem této pomoci byla úspěšná operace

nesoucí název „Anadyr“ a byla zahájena na rozkaz ministra obrany maršála R. Malinovkého. Její náplní bylo přepravit na Kubu cca 40 000 vojáků, raketovou divizi s 24 odpalovacími zařízeními balistických raket R-12 středního doletu a 16 odpalovacích zařízení balistických raket R-14 středního doletu. Touto akcí se SSSR vyrovnal USA ve smyslu možnosti okamžitého útoku na domácí území nepřátelského státu, popř. možnost odvetného útoku. USA totiž měla již rozmístěny jaderné síly v západní Evropě se schopností zasáhnout téměř jakýkoli důležitý bod na sovětském území. V tento moment měly oba státy přístupnou doktrínu jaderného zastrasování. (Pitschmann, 2005)

Počátek krize se datuje k 29. srpnu 1962, kdy americké průzkumné vojenské letadlo při přeletu nad Kubou zpozorovalo sovětský odpalovací raketový systém. V USA byla prezidentem Kennedym svolána vládní krizová porada, kde se rozhodovalo mezi dvěma možnostmi, jak odpovědět na toto nebezpečí. První možností byl útok na Kubu a zničení raketových základen. Druhé řešení, ke kterému bylo nakonec přistoupeno, byla námořní blokáda Kuby. 22. října 1962 bylo prezidentem Kennedym prohlášeno, že v případě útoku SSSR na USA, bude proveden odvetný útok a byla do stavu plné pohotovosti uvedena část letectva i námořnictva. Jako odpověď na toto vyjádření byly 23. října 1962 uvedeny do pohotovosti i sovětské ozbrojené síly a došlo k varování, že pokud USA rozpoutají válku, bude reagováno odvetným útokem. Nejvyostřenějším okamžikem této krize bylo sestřelení amerického letounu nad Kubou, kdy jej sestřelila sovětská protivzdušná obrana. (Pitschmann, 2005)

Celá krize se nakonec pomalu urovnala mezi 29. říjnem a 11. listopadem 1962, kdy sovětský svaz demontoval balistické střely na Kubě a Spojené státy odklidily svoje balistické střely z Anglie a Turecka v rámci operace Emily. Kuba vnímala sovětský ústupek dosti negativně, byla nadále pod ekonomickým nátlakem USA a námořní blokáda Kuby nebyla odvolána. Celá krize byla zažehnána strachem z odvetného útoku, obě strany si uvědomovaly katastrofální následky potenciální války. Tato, dalo by se říci, nejkritičtější doba studené války přímo zapříčinila utvoření horké linky mezi Washingtonem a Moskvou, která měla v případě další krize urychlit a usnadnit komunikaci. (Pitschmann, 2005)

### **Arabsko-izraelské války**

Války, jež vedl Izrael se svými muslimskými sousedy, představovaly jadernou hrozbu zejména ve čtvrté arabsko-izraelské válce, v tzv. Jomkipurské válce. Tato válka začala vpádem egyptských, iráckých a syrských vojsk na území Izraele v den svátku Jom Kipur, tedy 6. října 1973. Do 24 hodin od zahájení útoku byl již jaderný arzenál Izraele pomalu připravován



do stavu plné pohotovosti a do 72 hodin byl připravený a shromážděný na tajném místě. Tento arzenál čítal asi 13 jaderných náloží a Izrael velmi zblízka zvažoval jeho použití. (Pitschmann, 2005)

Postupem času, když vojenské síly Izraele začaly postupovat proti nepříteli a válka se začala vyvíjet v jejich prospěch, bylo rozhodnuto o stažení jaderných sil z pohotovosti a jejich ukrytí zpět do krytů v poušti. Hrozba jaderného konfliktu pominula až 24. října 1973, kdy bylo na nátlak velmocí uzavřeno příměří mezi válčícími stranami. Izrael však po jomkipurské válce umístil jaderné pozemní miny v prostoru golanských výšin a uvedl do služby kanóny ráže 175 mm s možností vystřelit jaderný granát. Izrael tak podstatně zvýšil možnost použití jaderných zbraní na blízkém východě. (Pitschmann, 2005)

### **Válka o Falklandské ostrovy**

Ani Britové se nevyhnuli jaderné krizi, když od 2. dubna 1982 vedli válku s Argentinou o Falklandské ostrovy. V souvislosti s bitvou o Falklandy byla do Atlantického oceánu vyslána ponorka vybavená balistickými střelami s jadernými hlavicemi a byla uvedena do stavu bojové pohotovosti. Britské velení dokonce zvažovalo i jaderný útok na Argentinské město Córdoba. (Norton-Taylor, 2022; Pitschmann, 2005)

Britové však měli taktické jaderné zbraně i na válečných lodích, které se plavily v Atlantickém oceánu a v okolí Falkland. Největší obavu ve společnosti vyvolala zpráva ze 4. května 1982, kdy byl argentinským bombardérem zasažen britský torpédoborec Sheffield, který měl na palubě údajně jaderné zbraně, nicméně tato zpráva byla později vyvrácena. Torpédoborec byl po šesti dnech vlastní posádkou poslán ke dnu, jelikož nebyla možnost jej opravit. (Norton-Taylor, 2022; Pitschmann, 2005)

### **Indicko-Pákistánské války**

V roce 1947 došlo k rozdělení britské kolonie v Indii na dva samostatné státy, Indii a Pákistán. Tyto dva státy spolu od osamostatnění měli několik konfliktů o sporná území. Prvním konfliktem byla válka o kašmírské území, tato válka začala v roce 1947 a skočila vítězstvím Indie. Druhou válkou byl konflikt v roce 1965, ve kterém se bojovalo o surovinové bohatství na území Kašmíru, opět byla vojska Pákistánu poražena. Třetí válkou byla v roce 1971 válka o nezávislost bengálského lidu, kdy byl Pákistán opět poražen a přišel o své východní území, vznikl stát Bangladéš. (Pitschmann, 2005)

Vrcholem konfliktů bylo téměř současné testování jaderných zbraní obou států v roce 1998. V roce 1999 došlo opět v oblasti kašmíru ke konfliktům a obyvatelé obou zemí se obávali, že druhá strana zajde až k použití jaderných zbraní. V této době se svět obával ekvivalentu karibské krize, někteří dokonce tvrdili, že tento konflikt je dokonce i nebezpečnější. Snížení nebezpečí zapříčil nátlak Spojených států na obě strany a bylo upuštěno od pohraničních konfliktů, kdy Pákistán ustoupil z kašmírské oblasti. (Pitschmann, 2005)

### **2.11. Kontrola jaderného zbrojení**

Jak uvádí Pitschmann (2005), v 80. letech představoval světový jaderný arzenál odhadem až 5000krát silnější a ničivější sílu, než byla užitá za dobu celé druhé světové války a jediná strategická ponorka byla schopna nést hlavice o větší ničivé síle, než všechny konvenční pumy shozené během 2. světové války. Tento fakt přiměl jaderné mocnosti začít jednat o jaderné kontrole.

Během studené války ve světě panovalo veliké napětí a strach z jaderné války. Svět byl rozdělen na dvě velká politická, navzájem se nesnášející uskupení – státy varšavské smlouvy a NATO. Bylo téměř nemožné navázat pozitivní vztahy, avšak ve spojení s jadernými zbraněmi bylo takřka nutné se alespoň pokusit utvořit nějaké základní dohody, proto jsou dále v krátkosti uvedeny nejznámější a nejdůležitější smlouvy týkající se jaderného zbrojení. Uvedeny jsou starší neplatné i novější platné smlouvy.

#### **Smlouva o nešíření jaderných zbraní (NPT)**

Smlouva o nešíření jaderných zbraní je aktivní smlouvou, která vstoupila v platnost 5. března 1970 a otevřena k podpisu byla již 12. června 1968. Smlouva říká, že státy, které vlastní jaderné zbraně se při podpisu této smlouvy zavazují k mírovému užití jaderné energie a postupnému jadernému odzbrojování. Státy, které nevlastní jaderné zbraně, se podpisem zavazují, že se nebudou pokoušet získat jadernou zbraňovou technologii a zároveň nebudou jaderné zbraně vyrábět. Státům, které jaderné zbraně nevlastní, přislíbují smlouva rovnoprávný přístup k jaderným technologiím. V roce 1995 smlouva vypršela, byla upravena a její platnost byla prodloužena na dobu neurčitou. Na dodržování smlouvy dohlíží rada bezpečnosti OSN a agentura MAAE. Smlouvu podepsalo a ratifikovalo dohromady 190 zemí světa, mezi nimiž jsou i jaderné velmoci – Velká Británie, USA, Ruská federace, Francie, Čínská lidová republika. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

### **Jednání o omezení strategických zbraní (SALT)**

V 60. letech docházelo k masivnímu jadernému vyzbrojování ve Spojených státech a Sovětském svazu a na scénu přicházely stále novější raketové systémy. Aby nedocházelo k tak masivnímu vyzbrojování, začaly tyto dva státy jednat o omezování závodů v jaderném zbrojení, (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014) Matoušek et al. (2007) uvádí, že se nejednalo ani tak o snižování počtu strategických jaderných zbraní, ale spíše o vyzbrojování dle určitých limitů, což v té době znamenalo vyrovnané zvyšování počtu strategických jaderných zbraní.

- **SALT I**

Jedná se o smlouvu, která vstoupila v platnost 3. října 1972 a o jejím znění se jednalo již od roku 1969. Jednalo se spíše o provizorní dohodu, jejíž platnost byla stanovena na pouhých 5 let. Cílem smlouvy bylo na zmíněných pět let zastavit zvyšování stavu pozemních odpalovacích zařízení pro mezikontinentální balistické střely a omezení počtu ponorek a odpalovacích zařízení na nich. Zároveň v platnost vešla Smlouva o omezení systému protiraketové obrany (ABM), jež byla součástí jednání o smlouvě SALT I. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

- **SALT II**

Smlouva byla podepsána 18. června 1979 a rozdílem oproti smlouvě SALT I bylo zvýšení dohodnutých limitů, co se počtu strategických zbraní týče. Smlouva dále omezovala počty odpalovacích zařízení, počty nosičů, počty odpalovacích zařízení se systémem MIRV a celkové omezení ve stavech jaderné triády. Smlouva měla zajistit rovnost ve zbrojení mezi SSSR a USA, avšak smlouva v platnost nikdy nevešla, jelikož ji senát USA odmítl ratifikovat. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

### **Smlouvy o snižování stavů strategické jaderné výzbroje (START)**

Jedná se o smlouvy uzavřené až po konci studené války, které měly za účel již opravdovou redukci strategických jaderných zbraní. Jedná se o bilaterální smlouvy, smlouva se týkala Ruska, popř. Společenství nezávislých národů (Rusko, Ukrajina, Bělorusko, Kazachstán) a USA. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

- **START I**

Smlouva byla podepsána 31. července 1991 a v platnost vstoupila 5. prosince 1994. Obě strany se zavázaly, že ve třech odzbrojovacích fázích v průběhu 7 let sníží počet svých strategických jaderných zařízení na 1600 kusů a 6000 jaderných hlavic, z toho 4900 mohlo být užito pro balistické střely. V rámci smlouvy také došlo k dohodě, že nebudou rozmístěny strategické útočné zbraně na území třetích zemí, ani trvale umístěny mimo vlastní území. Dále bylo také dohodnuto, že strategické bombardéry mohou přistávat na území třetích zemí, avšak musí notifikovat druhou stranu. Smlouva nijak nelimitovala řízené střely s plochou dráhou letu. Její platnost skončila k 9. prosinci 2009. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

- **START II**

Smlouva byla podepsána 3. ledna 1993 a ratifikována byla 5. prosince 1994 senátem Spojených států, k ratifikaci z ruské strany došlo až v dubnu roku 2000, kdy přistoupení na smlouvu potvrdila Státní дума a Rada federace. Smlouva byla rozdělena na dvě fáze, kdy v první fázi mělo dojít ke snížení počtu jaderných hlavic na 3800 až 4240 kusů. Z toho mělo být povoleno pouze 1200 zařízení se systémem MIRV, 2160 střel typu SLBM a 650 ICBM. V druhé fázi mělo být plně upuštěno od systému MIRV a počet strategických jaderných hlavic měl být omezen na 3000 až 3500 kusů. 14. června 2002 však Rusko prohlásilo smlouvu za neplatnou a odstoupilo. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

### **Smlouva o omezení strategických útočných zbraní (SORT)**

Tzv. Moskevská smlouva je bilaterální smlouvou mezi Ruskem a USA. Byla podepsána 24. května 2002 prezidenty George Bushem a Vladimírem Putinem. V platnost vešla 1. června 2003 a jejím cílem bylo zejména omezení počtu strategických jaderných hlavic, tak aby jednotlivé státy měly v aktivní výzbroji 1700 - 2200 kusů jaderné munice. Platnost smlouvy vypršela na konci prosince 2012. (Bříza, 2010; Kimball, 2022; Tůma, 2014)

### **Vzájemná dohoda o snižování počtu strategických jaderných zbraní (New START)**

Smlouva je bilaterální smlouvou mezi USA a Ruskem a jejím účelem je především:

- omezit počet strategické aktivní nukleární munice každého státu na maximálně 1550 kusů,

- limitovat obě strany v počtu rozmístěných i nerozmístěných strategických nosičů na 800 kusů,
- limitovat obě strany v počtu rozmístěných strategických nosičů na 700 kusů.

(The long view: Strategic arms control after the New START Treaty, 2022; Tůma, 2014; US Department of State, 2023)

Dále jsou pak smlouvou dohodnuty verifikační a monitorovací mechanismy, které zahrnují např. kontroly jaderných zařízení přímo na místě a výměnu dat a notifikací mezi státy. Jsou dohodnuta taková bezpečnostní opatření, která zaručují bezpečnost, zabezpečení a stabilitu jaderných zařízení. Jsou také zahrnuty postupy, jež by mohly v budoucnu vést k dalšímu odzbrojování. (The long view: Strategic arms control after the New START Treaty, 2022; Tůma, 2014; US Department of State, 2023)

Smlouva nahradila smlouvy START I a SORT, byla podepsána 8. dubna 2010 v Praze a v platnost vstoupila dne 5. února 2011. Smlouva měla vypršet po deseti letech, avšak byla po domluvě obou stran prodloužena o 5 let, tedy do 4. února 2026. (The long view: Strategic arms control after the New START Treaty, 2022; Tůma, 2014; US Department of State, 2023)

### **Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT)**

Smlouvu je možné podepsat již od 24. září 1996 a je stále aktivní s platností na neurčito. Do tohoto data proběhlo přibližně 2046 jaderných testů. Smluvní strany smlouvy svou ratifikací stvrzují, že nebudou provádět žádný zkušební jaderný test a zároveň budou zakazovat a zabraňovat jaderným testům jakékoli jaderné zbraně na jakémkoli místě pod jeho kontrolou a jurisdikcí. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

Dodatek smlouvy nesoucí název Annex 2 požaduje ratifikaci 44 zemí, které jsou pro platnost smlouvy nezbytné. Mezi tyto potřebné státy, které podepsaly smlouvu, ale neratifikovaly ji, patří Egypt, Čína, Irán, Izrael a USA. Také je dobré zmínit ty státy, které jsou potřebné pro platnost smlouvy, ale tuto smlouvu ani nepodepsaly, patří mezi ně Pákistán, Indie a KLDK. Pokud by došlo k ratifikaci potřebnými státy, došlo by k rozmístění seizmických, infrazvukových, hydroakustických a radionuklidových monitorovacích stanic ve světě. Tyto snímače by zajišťovaly světovou kontrolu nad jadernými zkouškami. Smlouva je tedy vytvořena, akorát nemůže vstoupit v platnost bez ratifikace zmíněných států. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Tůma, 2009; Tůma, 2014)

### **Smlouva o zákazu jaderných zbraní (TPNW)**

Tato smlouva byla adoptována Valným shromážděním OSN v červenci 2017 a je otevřená k podpisu od září 2017. Tato smlouva představuje celosvětové snažení se o celkový zákaz jaderných zbraní ve světě a snaží se položit základní principy, kterými je třeba se řídit, aby došlo k úplnému jadernému odzbrojení. Tato smlouva zakazuje použití zbraní, hrozby použití, vývoj, výrobu, snahy o získání, držení, uchovávání a rozmisťování jaderných zbraní. Smlouva také obsahuje ustanovení o pomoci obětem a nápravě životního prostředí, jež mohlo být způsobeno použitím jaderných zbraní.

Smlouva je otevřená k podpisu a mohou ji podepsat všechny státy světa. Ke konci února 2023 tuto smlouvu podepsalo 92 států, přičemž aby smlouva vešla v platnost, bylo třeba ji ratifikovat nejméně 50 státy. Tato hranice byla překonána v říjnu 2020 a smlouva vešla v platnost 22. ledna 2021. Nutno dodat, že smlouvu nepodepsala ani jedna jaderná velmoc.

### **Smlouva o likvidaci raket středního a kratšího doletu (INF)**

Smlouva byla podepsaná prezidentem SSSR M. Gorbačovem a prezidentem USA R. Reaganem v prosinci 1987. Pojednávala o zákazu raket odpalovaných ze země, vztahovala se na balistické rakety a střely s plochou dráhou letu a zakazovala veškeré testování, rozmisťování a užívání těchto střel, a navíc nařizovala jejich likvidaci. Smlouva se týkala střel s dosahem od 500 do 5500 km, byla smlouvou bilaterální a dotýkala se jaderných arzenálů USA a SSSR, později Ruské federace. Tato smlouva již není platná, jelikož 2. srpna 2019 USA od smlouvy odstoupilo po předchozím vzájemném osočování s Ruskem, kdy se obě strany obviňovaly z nedodržování této smlouvy. (Bříza, 2010; Matoušek et al., 2007; Pitschmann, 2005; Britannica, T. Editors of Encyclopaedia, 2023)

## **CÍLE**

Cílem práce je provést systematickou rešerši domácích i zahraničních vědecko-populárních zdrojů a literárních pramenů, na jejímž základě bude pojednáno o vývoji jaderných zbraní od roku 1991 až po současnost, dále pak budou na jejím základě rozebrány a diskutovány současné vývojové trendy v jaderném zbrojení, a to v souvislosti s existujícím mezinárodním právem týkajícím se jaderného zbrojení.

## METODIKA

Výzkumná část práce je pojata jako rešerše vybraných dostupných vědecko-populárních děl a literárních pramenů, které se zabývají jadernými zbraněmi.

Vědecko-populární díla a prameny byly vyhledávány v databázích:

- a) Československá bibliografická databáze,
- b) katalog knihovny Univerzity palackého v Olomouci,
- c) katalog knihovny Masarykovy univerzity,
- d) Google scholar,
- e) ProQuest – Literature Online.

Při vyhledávání literatury byla užita speciálně nastavená kritéria:

- a) vyhledávaná literární díla musí být vědecko-populární,
- b) vyhledávaná literární díla musí být publikována v češtině, slovenštině nebo angličtině,
- c) vyhledávaná literární díla musí být dohledatelná v plném znění (full text).

Vyhledávání ve zdrojích probíhalo pomocí zadávání klíčových slov, které jsou vypsány v následující tabulce. Jsou tu uvedena klíčová slova a jejich ekvivalenty, které byly užity při zadávání vyhledávacích dotazů:

**Tabulka 2**

Český výraz	Anglický výraz
Atomová bomba	Atomic Bomb
Modernizace	Modernization
Jaderné mocnosti	Nuclear Powers "or" Nuclear-weapon States
Jaderné odzbrojení	Nuclear Disarmament "or" Denuklerization
Jaderné zbraně	Nuclear Weapons "or" Nuclear Arms
Jaderný arzenál	Nuclear Arsenal "or" Nuclear Stockpile "or" Nuclear Inventories
Kontrola zbrojení	Arms Control
Rozpad SSSR	Dissolution of the USSR
Strategické zbraně	Strategic Weapons
Válka na Ukrajině	War at Ukraine
Vodíková bomba	Hydrogen Bomb



## VÝSLEDKY

V této kapitole budou uvedeny především souhrnné informace, jež mají za účel ilustrativně informovat čtenáře o vývoji počtů jaderných zbraní v průběhu let, o počtech jaderných testů a o jaderných schopnostech států, včetně nosičů, jež se nachází v jejich aktivní výzbroji.

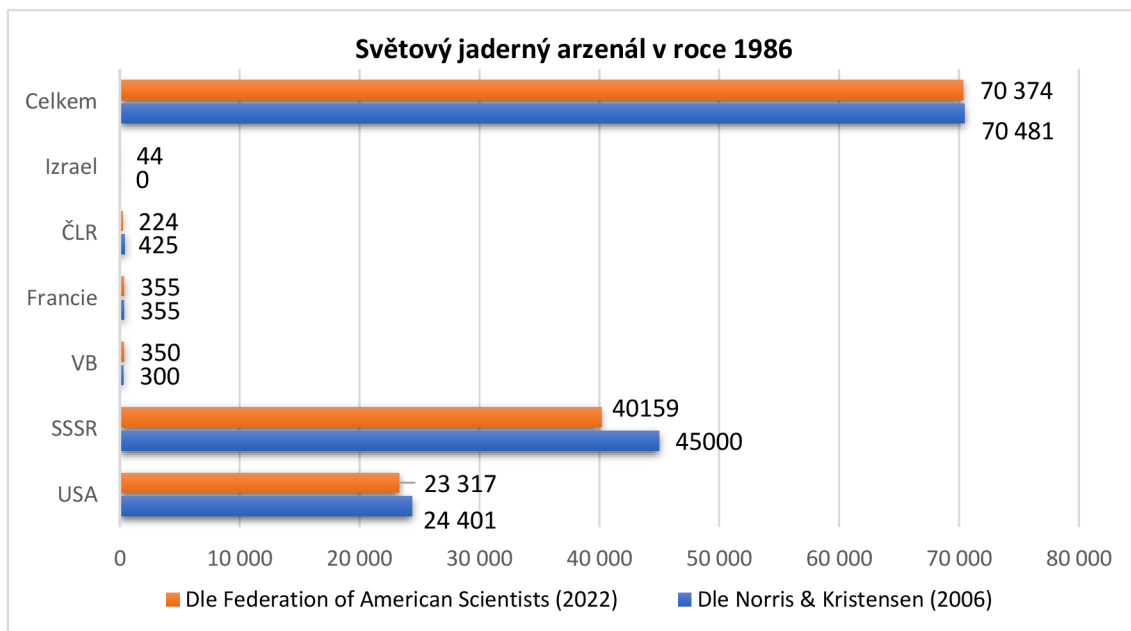
Při zadání výše zmíněných klíčových slov do uvedených vyhledávacích databází bylo nalezeno celkem 3576 literárních zdrojů. Po aplikování zvolených kritérií a odstranění duplicitních zdrojů se počet literárních zdrojů snížil na 1753.

### 4.1. Počty jaderných zbraní

Pro znázornění celkového počtu jaderných zbraní v různých časových obdobích byla prioritně vybrána ta literární díla, která pojednávají a dobře ukazují, jaký byl a v současné době je odhadovaný stav jaderného arzenálu ve světě. Je potřeba uvést, že počet jaderných zbraní jednoho státu se nerovná počtu rozmístěných jaderných zbraní jednoho státu. Některé jaderné zbraně čekají na demontáž, jiné na údržbu a modernizaci, další zase mohou být umístěny ve skladech.

#### Obrázek 5

Počty jaderných zbraní v roce 1986

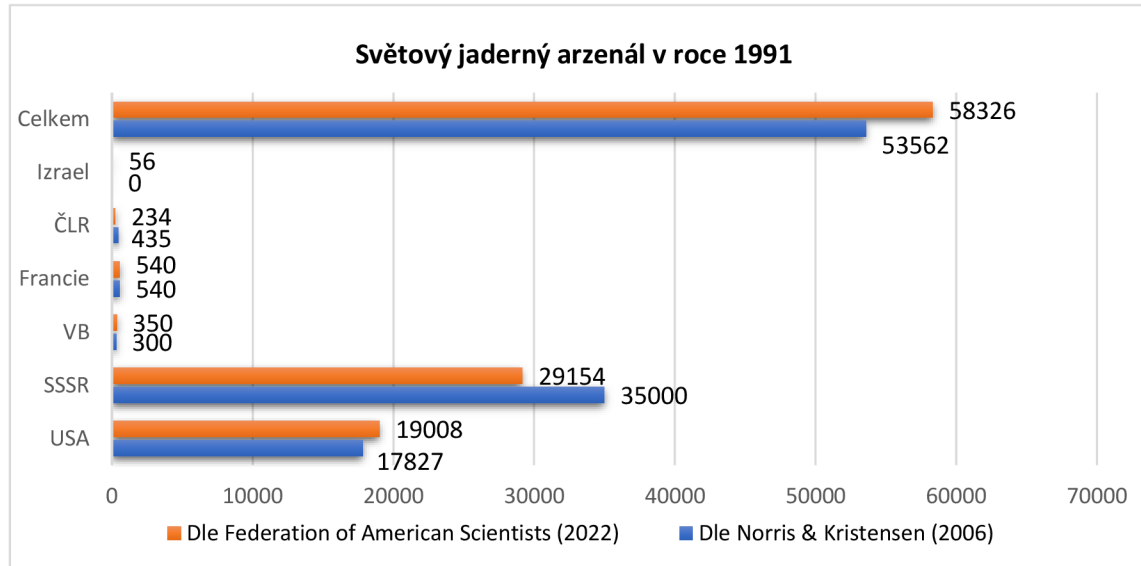


Na grafu je možno sledovat počty jaderných zbraní v roce 1986. Toto datum bylo vyselektováno, jelikož v tomto roce bylo dosaženo nejvyššího počtu vyrobených jaderných

zbraní v dějinách jaderného zbrojení. Je patrné, že světový inventář v této době činil bezmála 70 500 kusů.

### Obrázek 6

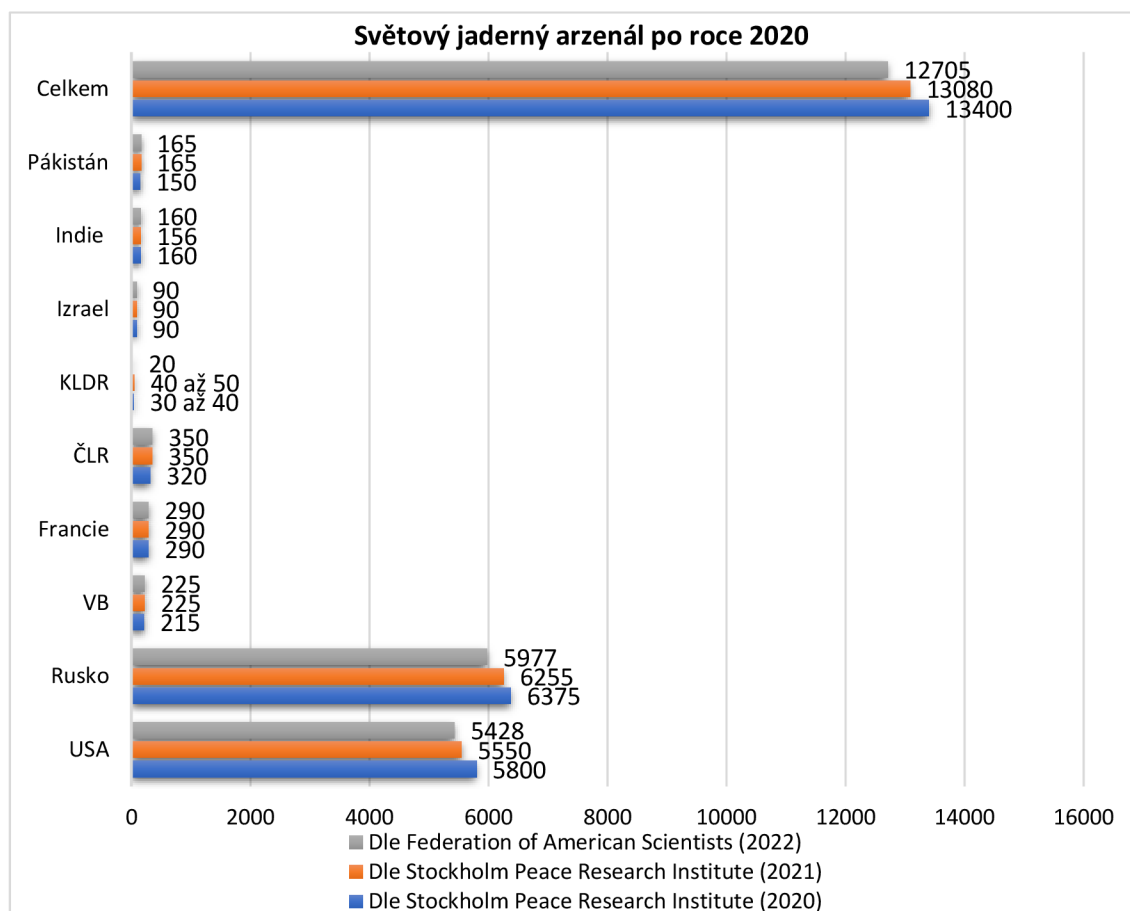
Počty jaderných zbraní v roce 1991



Dalším selektovaným obdobím je rok 1991, jelikož se v tomto roce oficiálně rozpadl Sovětský svaz a jeho jaderné prostředky byly rozmístěny na území nově vznikajících samostatných států Ruska, Ukrajiny, Běloruska a Kazachstánu.

## Obrázek 7

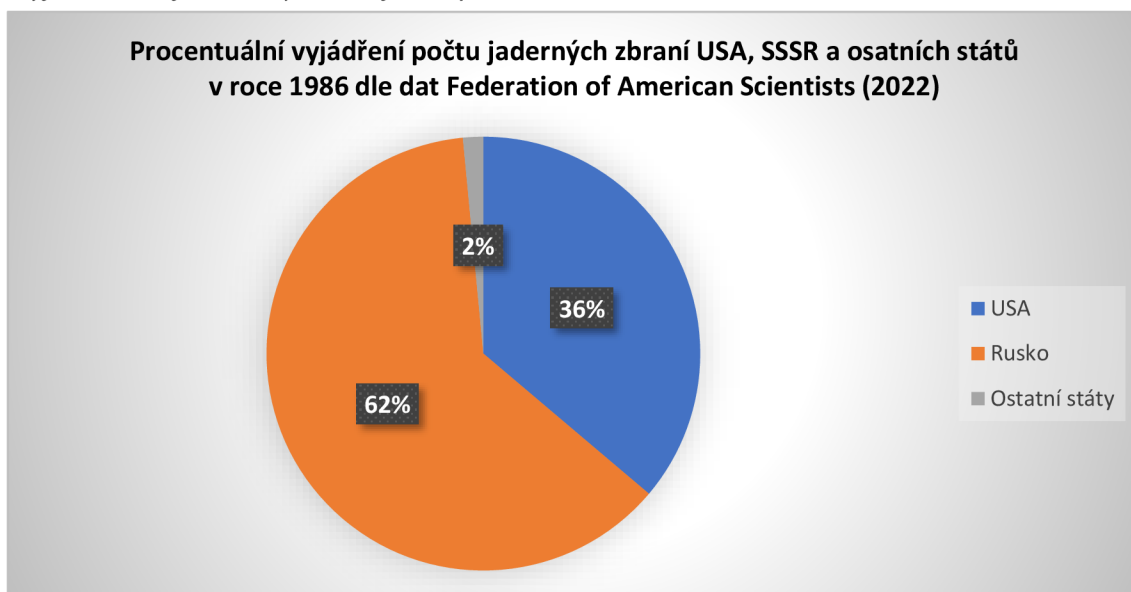
Počty jaderných zbraní po roce 2020



Po roce 2020 je patrné, že celkové počty jaderných zbraní stále každoročně klesají, a to především díky odzbrojování USA a Ruska. Největší problémy s odhadováním jaderné munice se nachází v souvislosti s KLDR jelikož je izolovaným státem.

**Obrázek 8**

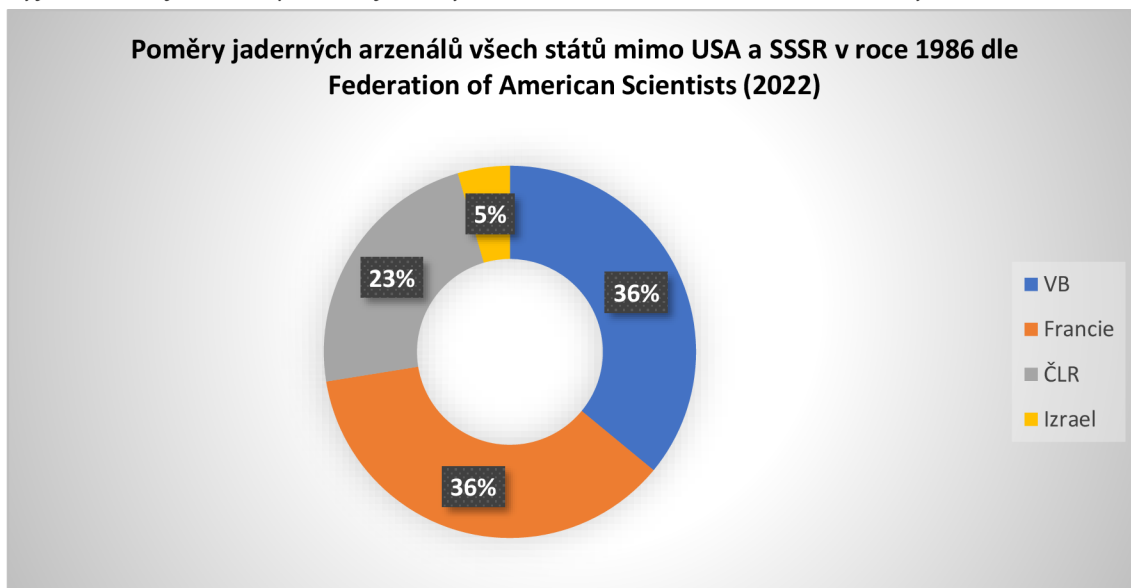
*Vyjádření vzájemného poměru jaderných arzenálů USA, Ruska a ostatních států v roce 1986*



Z grafu je patrné, že naprostou většinu jaderných prostředků v dobách největšího světového jaderného arzenálu vlastnily SSSR a USA. Naproti tomu ostatní jaderné velmoci, tedy VB, Francie, ČLR a Izrael, vlastnily dohromady „pouhá“ dvě procenta.

**Obrázek 9**

*Vyjádření vzájemného poměru jaderných arzenálů v roce 1986 mimo arzenály USA a SSSR*

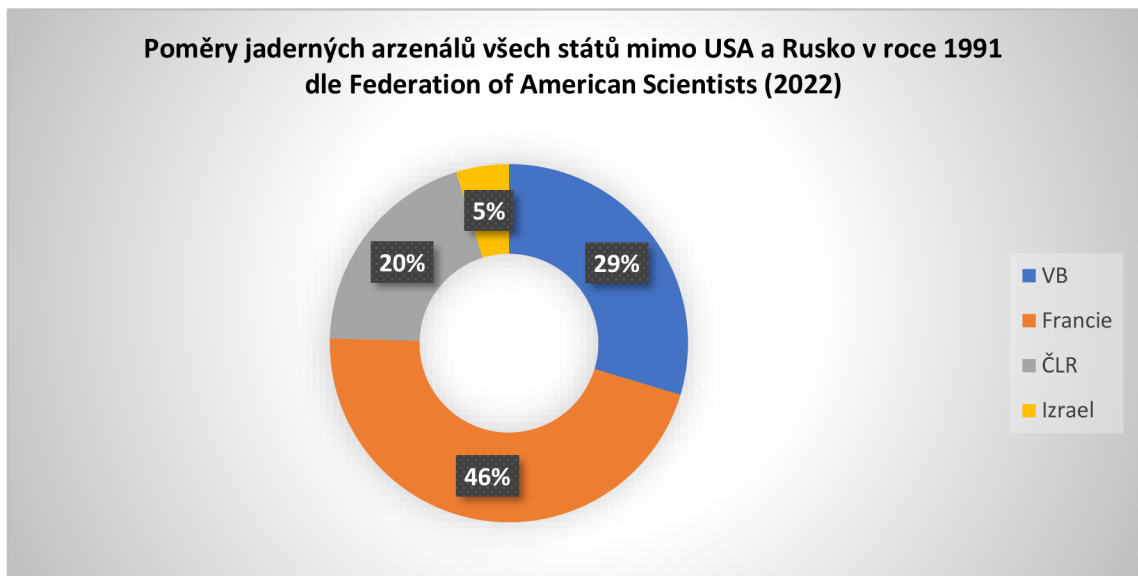


Je patrné, že po SSSR a USA měla největší jaderný arzenál Francie a VB, čínský jaderný arzenál se však pomalu ale jistě začínal zvětšovat.

Dále nebude zmiňován graf s vyjádřením vzájemného poměru jaderných arzenálů USA, Ruska a ostatních států v roce 1991, jelikož se téměř neliší od poměru jaderných arzenálů v roce 1986. Nicméně bude uveden vzájemný poměr jaderných arzenálů v roce 1991 mimo USA a SSSR/Rusko.

#### Obrázek 10

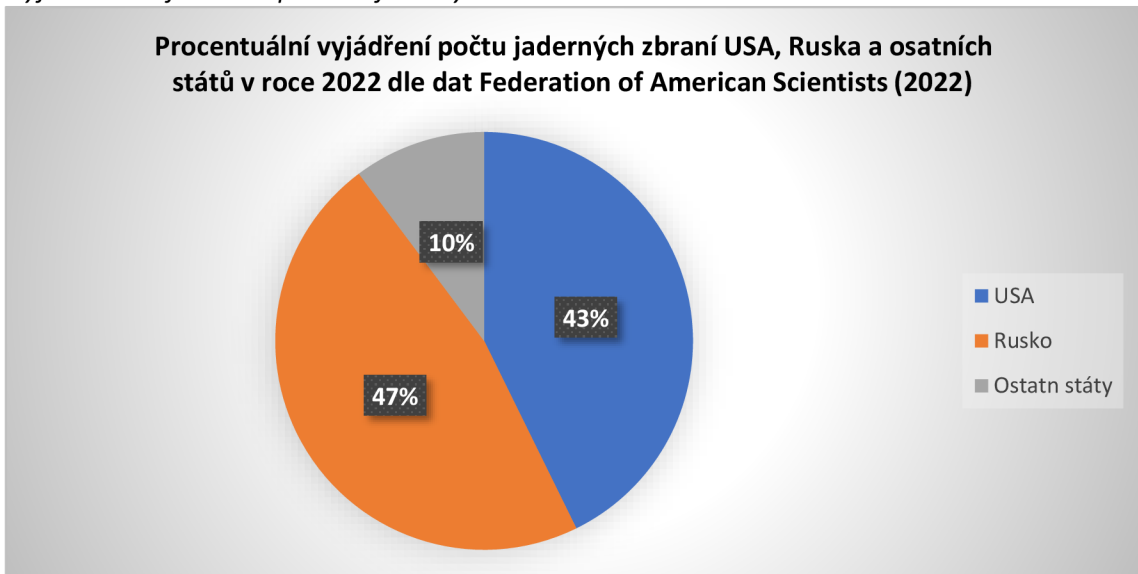
*Vyjádření vzájemného poměru jaderných arzenálů v roce 1986 mimo arzenály USA a SSSR*



Na grafu lze sledovat masivní zvětšení francouzského jaderného arzenálu. Ovšem v té době nebyl větší pouze francouzský arzenál ale i čínský a izraelský.

#### Obrázek 11

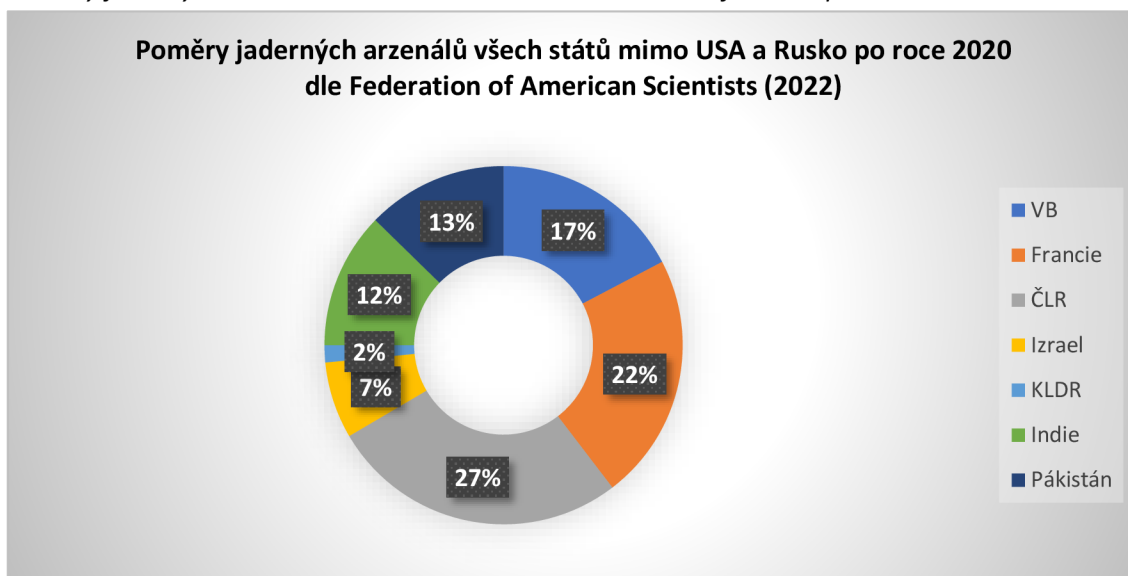
*Vyjádření vzájemného poměru jaderných arzenálů v roce 2022*



V roce 2022 lze již spatřit výraznou změnu v poměrech jaderných zbraní USA, Ruska a ostatních států, to je způsobeno především odzbrojováním Ruska a USA. Nicméně za to může i nárůst jaderných arzenálů ostatních států.

### Obrázek 12

*Poměry jaderných arzenálů všech států mimo USA a Ruskou federaci po roce 2020*



V dnešní době je již vidět, že třetí největší jaderný arzenál vlastní Čína, na grafu se také objevují státy KLDR, Indie a Pákistán.

## 4.2. Vlastněné jaderné technologie a jejich nosiče

V této kapitole je ukázáno, který stát ovládá jakou jadernou zbraňovou technologii a jaké nosiče je možné použít k dopravě jaderné nálože. Tabulky níže byly zpracovány na základě informací z několika zdrojů.

**Tabulka 3**

*Tabulka vyjadřuje základní jaderné zbraňové technologie vlastněné jadernými mocnostmi.*

Jaderné schopnosti států	USA	Rusko	VB	Francie	ČLR	Izrael	Indie	Pákistán	KLDR
Štěpná zbraň	A	A	A	A	A	A	A	A	A
Fúzní zbraň	A	A	A	A	A	A	A	N	A*
Třífázová jaderná zbraň	A	A	A	A	A	A	N	N	N
Jaderná zbraň se zvýšeným tokem neutronů	A	A	A	A	A	A	N	N	N

\* – KLDŘ tvrdí, že při jaderném testu v roce 2016 explodovala plně funkční fúzní zbraň, kterou je tento stát schopný namontovat na balistické střely. Zda je toto tvrzení pravdivé se zatím nedá nijak potvrdit či vyvrátit, nicméně jistotou je značný pokrok KLDŘ ve vývoji jaderných náloží s vysokou ráží, jelikož se podle seizmických zařízení jednalo o výbuch nálože s mohutností výbuchu v řádů několika stovek kt; **A** – technologii vlastní; **N** – technologii nevlastní

Následující tabulky ukazují, jaké nosiče státy používají v souvislosti s jadernými zbraněmi. Pod tabulkami jsou vždy uvedeny informace, které slouží ke čtení tabulky.

**Tabulka 4**

Užívané nosiče jaderných náloží jednotlivých států	ICBM	SLBM	Strategické bombardéry*	Bomby	ALCM	GLCM	SLCM
USA	A	A	A	A+At	A	B	B
Rusko	A	A	A	A+At	A	At	B
VB	B	A	B	B	B	B	B
Francie	B	A	A	B	A	A	B
ČLR	A	A	A	A	B	B	A
Izrael	A	B	A	A	B	B	B
Indie	D	D	A	A	B	B	B
Pákistán	D	D	A	A	A	A	A
KLDŘ	A	A	A	C	C	C	C

*Nosiče užívané v jaderném zbrojení – část první*

\* – Představuje strategické nálože, které jsou spouštěny či odpalovány ze strategických bombardérů, mohou jimi být gravitační bomby, ALCM a ALBM; **A** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup a je v rozmístěné výzbroji; **At** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup, je v rozmístěné výzbroji a užívá ji k taktickým účelům; **B** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup, nicméně technologii nevyužívá a není tedy ve výzbroji; **C** – technologii vlastní, ale není známo, zda je ve výzbroji; **D** – technologii nevlastní, neovládá a nemá k ní přístup; **E** – technologii s nejvyšší pravděpodobností vlastní a ovládá.

**Tabulka 5***Nosiče užívané v jaderném zbrojení – část druhá*

Užívané nosiče jaderných náloží jednotlivých států	IRBM	MRBM	SRBM	ALBM	HGV	MIRV	MaRV
USA	B	B	B	B	B	A	B
Rusko	B	B	At	At	A	A	B
VB	B	B	B	B	D	A	B
Francie	B	B	B	B	D	A	B
ČLR	A	A	A	A	A	A	A
Izrael	A	A	B	B	D	E	E
Indie	A	A	A	D	D	A	E
Pákistán	D	A	A	D	D	A	C
KLDR	A	A	A	D	E	E	E

\* – Představuje strategické nálože, které jsou spouštěny či odpalovány ze strategických bombardérů, mohou jimi být gravitační bomby, ALCM a ALBM; **A** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup a je v rozmístěné výzbroji; **At** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup, je v rozmístěné výzbroji a užívá ji k taktickým účelům; **B** – technologii vlastní, ovládá nebo k ní má přístup, nicméně technologii nevyužívá a není tedy ve výzbroji; **C** – technologii vlastní, ale není známo, zda je ve výzbroji; **D** – technologii nevlastní, neovládá a nemá k ní nemá přístup; **E** – technologii s nejvyšší pravděpodobností vlastní a ovládá.

Nutno připomenout, že strategická jaderná triáda sestává z kombinace mezikontinentálních balistických raket (ICBM), balistických střel odpalovaných ze strategických ponorek (SLBM) a strategických bombardérů nesoucích gravitační pumy, střely s plochou dráhou letu odpalované ze vzduchu (ALCM) nebo balistické střely odpalované ze vzduchu (ALBM). Jadernou triádou disponují pouze USA, Rusko a relativně krátkou dobu i Čína. Je potřeba zdůraznit a vzít v potaz, že ne všechny státy, které ovládají technologii SLBM, ICBM a mají i strategické letectvo, jsou státy vlastníci strategickou jadernou triádu. Je tomu zejména z důvodu zastaralých a nepokročilých nosičů, neschopnosti odpalovat střely z ponorek nebo absencí ponorek se schopností nést balistické střely. Dobrým příkladem je KLDR, která sice vlastní uvedené technologie, nicméně její letectvo a námořnictvo nesplňuje ani zdaleka moderní předpoklady k tomu, aby jejich zbraně představovaly strategickou hrozbu v podání jaderné triády. Jinými slovy nejsou schopny efektivně ohrozit všemi těmito prostředky vzdálené nepřátelské území.



### 4.3. Jaderné testování

Tabulka 6

Počty oficiálních testů ke konci roku 1998	USA**	Rusko	VB	Francie	ČLR	Indie	Pákistán	Celkem testů – všechny státy
Atmosférické*	215	219	21	50	23	0	0	528
Podzemní	815	496	24	160	22	6	5	1528
Celkem testů jednoho státu	1030	715	45	210	45	6	5	2056

(Pitschmann, 2005)

\* – Atmosférické testy zahrnují v této tabulce všechny pozemní, hladinové, podmořské, nízké vzdušné a vysoké vzdušné testy; \*\* – Pozor, do počtu jaderných testů USA se nepočítají bojová použití v Hirošimě a Nagasaki.

Tabulka 7

Počty oficiálních testů ke konci roku 1998	USA**	Rusko	VB	Francie	ČLR	Indie	Pákistán	Celkem testů – všechny státy
Atmosférické*	215	219	21	50	23	0	0	528
Podzemní	815	496	24	160	22	3	2	1528
Celkem testů jednoho státu	1030	715	45	210	45	3	2	2056

(Arms Control Association, 2022)

\* – Atmosférické testy zahrnují v této tabulce všechny pozemní, hladinové, podmořské, nízké vzdušné a vysoké vzdušné testy; \*\* – Pozor, do počtu jaderných testů USA se nepočítají bojová použití v Hirošimě a Nagasaki.

Zde je nutno podotknout, že počty jaderných testů se dle Pitschmanna (2005) a dle Arms Control Association (2022) shodují. Rozdíl v číselném vyjádření Indického a Pákistánského jaderného testování dle Arms Control Association (2022) je způsoben pouze tím, že testování více jaderných zbraní v jeden den je brán v tomto případě brán jako jeden test.

Pokud bychom chtěli dosáhnout celkového počtu jaderných testů až po současnost, je třeba přičíst jaderné testy KLDK, kterých se uskutečnilo celkem 6. Celkem tedy od roku 1945 do současnosti proběhlo 2056 jaderných testů. Nejsou započítány testy Izraele, jelikož se neví jejich přesný počet, avšak jistotou je, že byl proveden určitě alespoň jeden v 80. letech minulého století a odhaduje se, že byl proveden ještě minimálně jeden další.

## DISKUZE

### 4.1. USA

V současné době se jedná o jedinou světovou supervelmoc, jinými slovy, jedná se o takovou velmoc, která disponuje tak velkou mocí, že je schopna ovlivňovat větší část planety. USA je jedním ze států, který meziročně snižuje počet svých jaderných hlavic, ale zároveň také patří ke státům, které zvyšují počet svých aktivních jaderných hlavic. (Stockholm International Peace Research Institute, 2021; Perry & Collina, 2020)

#### ***Doktrína***

Spojené státy stále zastávají strategii tzv. jaderného odstrašování, někdy je tato doktrína spojována a slučována s pojmem známým v angl. jako „Nuclear Presence“, tedy prezence jaderných zbraní. Tato doktrína spočívá na jednoduchém principu, který vysílá zprávu potenciálním nepřátelským státům nebo silám, aby si dobře rozmysleli, než zaútočí, jelikož USA vlastní jaderné zbraně a je schopné je použít.

Další doktrínou je tzv. doktrína rozšířeného jaderného odstrašování, v angl. známého jako „Extended Deterrence“. Tato doktrína je známá v české literatuře jako tzv. jaderný deštník a znamená, že se USA zavazuje k použití jaderných zbraní ve smyslu jaderného odstrašování i v případě, kdy dojde k útoku na jejich spojence, např. na členské státy NATO.

Od roku 2016, kdy byla u moci administrace prezidenta Baracka Obamy, si Spojené státy nevyhrazují tzv. právo prvního použití, tj. zavazují se, že nezaútočí jadernými zbraněmi jako první v případě nějakého konfliktu.

Je nutno podotknout, že pokud by došlo k tak velkému útoku na USA, kdy by mělo dojít k zániku této země, tak platí doktrína MAD, která znamená vzájemně zaručené zničení a ve své podstatě závisí na doktríně jaderného odstrašování. To znamená, že pokud by došlo k útoku na USA, tak před tím, než bude zničeno, dojde k odvetnému útoku, který zlikviduje i útočící stát, oba státy se tak vzájemně zničí. (Perry & Collina, 2020; Pitschmann 2005; Stockholm International Peace Research Institute, 2021)

Jak uvádí Perry & Collina (2020), prezident USA má právo spustit okamžitý odvetný útok, aniž by potřeboval autorizaci někoho jiného, a to navíc bez nutnosti ověřit si, zda je útok na USA reálný. Vystává zde reálná pochybnost o správném rozhodnutí v případě, kdy by byl u moci např. unáhlený prezident. Tato obava působila na autory především v době administrace

prezidenta Donalda Trumpa, který prosazoval agresivní zahraniční politiku. Prezident je tedy schopný provést odvetný útok kdykoli a kdekoli na planetě, protože s prezidentem vždy a všude cestuje armádní důstojník, který s sebou nosí neblaze proslulý jaderný kufřík, v angl. označovaný jako „Nuclear Football“, který obsahuje autorizační kódy k odpalu.

Jaderné strategické síly na území USA jsou stále ve stavu pohotovosti a jsou připraveny k okamžitému odpalu. Nutno podotknout, že po odpalu balistické střely s jadernou hlavicí, není již možné tuto střelu zneškodnit, jinými slovy poté, co je proveden rozkaz k jadernému útoku, nelze jej odvrátit. (Perry & Collina, 2020; Stockholm International Peace Research Institute, 2021)

Spojené státy v žádném případě neuvažují, že se vzdají jaderných zbraní, dokud budou drženy ostatními jadernými mocnostmi. (Perry & Collina, 2020)

### **Financování**

Tento stát v dnešní době investuje do jaderného zbrojení rekordní finanční prostředky, největší od konce studené války. Celkem vložilo USA v roce 2021 do vojenství 3,48 % HDP, což je asi 800,67 miliardy amerických dolarů, z toho 44,2 miliardy šlo do jaderného zbrojení. Do konce tohoto desetiletí má v plánu toto tempo udržet nebo jej dokonce zvýšit. Všechny zdroje uvádí, že se neuvažuje o snižování prostředků investovaných do jaderného zbrojení a všeobecně do vojenství. Udržení současného jaderného arzenálu a zároveň jeho modernizace bude na dobu 30 let stát Spojené státy asi 1,2 bilionu dolarů, což vychází na 41,4 miliardy dolarů ročně. Podle názorů některých politiků a odborníků není takové financování možné a je neudržitelné. (Perry & Collina, 2020; Stockholm International Peace Research Institute, 2021)

Z výše uvedeného vyplývá, že pokud si USA budou chtít udržet svůj jaderný arzenál a zároveň jej modernizovat, bude třeba téměř každoročně zvyšovat investovanou sumu.

### **Modernizace**

Finanční prostředky určené k jadernému zbrojení se soustřeďují především na modernizaci a údržbu jaderného arzenálu, a to zejména strategických jaderných prostředků, především jaderné triády. (Perry & Collina, 2020)

Dle Perry & Collina (2020) se vyvíjí nový a smrtonosnější typ ICBM. Tuto tezi podporuje zdroj Stockholm International Peace Research Institute (2021), který uvádí, že se *úspěšně vyvíjí technologie zvaná „Super-fuze“*. *Tato technologie umožňuje ICBM strelám lépe ničit obrněné pozemní a podzemní cíle. Tato technologie je velice pokročilou a představuje velkou strategickou*

*kou hrozbu zejména pro Rusko. Technologie se dít využít také jako typ střely SLBM, jež je odpalována z nejmodernějších amerických ponorek Trident II.*

Dobré je podotknout, že podle Perry & Collina (2020) Rusko dobře ví, kde jsou střely ICBM na území USA umístěny, a jsou tak snadnými cíli. Nutnost ICBM dle této literatury klesá, jelikož jsou zde bezpečnější, pohybující se jaderné prostředky na palubách strategického letectva a jaderných ponorek.

Nutno podotknout, že Spojené státy poněkud „zaspaly“, když nevěnovaly dostatečnou pozornost nové generaci nosičů, přesněji hypersonickým střelám. USA již tento typ zbraní sice vlastní, nicméně zaostávají za svými rivaly Ruskem a Čínou. Odhaduje se, že rozmístění nové generace zbraní čeká Spojené státy v roce 2023.

### **Počty jaderných prostředků**

Odhaduje se, že USA měla k začátku roku 2022 asi 1744 aktivních hlavic, z toho 200 taktických a 1544 strategických. V rezervách má pak asi 1964 hlavic a dalších 1720 čeká na demontáž a likvidaci. Celkem tedy jaderný inventář USA čítá asi 5428 jaderných zbraní. (Kerr, 2023)

Dle údajů výše jde dobře vidět, že se jaderné zbrojení Spojených států ubírá především strategickým směrem. Zmíněných 200 taktických jaderných zbraní je rozděleno na sto kusů ležících ve skladech v USA a dalších sto kusů je rozmístěných na základnách NATO v Evropě. Americké taktické zbraně jsou na základnách v Německu, Nizozemí, Belgii, Itálii a Turecku.

Jaderný arzenál USA k září roku 2022 podléhal standardům smlouvy New START, jež se týká strategických jaderných prostředků. USA splňuje normu New START, jež omezuje počty strategických prostředků takto:

- 1550 rozmístěných strategických hlavic – mají rozmístěno 1420,
- uchovat si maximálně 700 strategických nasazených nosičů – mají rozmístěno 659 kusů,
- mít maximálně 800 odpalovacích zařízení ať už v záloze či ve výzbroji – mají přesně 800 kusů.

### **Dodržování mezinárodního práva**

Spojené státy dodržují platné mezinárodní smlouvy týkající se jaderných zbraní, především ty nejdůležitější, jako:

**NPT** – Spojené státy jsou signatářem Smlouvy o nešíření jaderných zbraní z roku 1968, ratifikovali ji o dva roky později a smlouvu dodržují.

**CTBT** – Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek je Spojenými státy dodržována a byla podepsána v roce 1996, poslední testy provedené Spojenými státy byly v roce 1992.

**New START** – USA dodržuje smlouvu, kterou podepsalo s Ruskem 8. dubna 2010 a zároveň se vzájemně dohodli po jejím vypršení v roce 2021 o jejím prodloužení. Smlouva byla prodloužena o 5 let, do 4. února 2026. Ke konci roku 2022 nechávalo USA provádět pravidelné inspekce svých jaderných zařízení a notifikovalo o tom Rusko tak, jak o tom smlouva pojednává a zveřejňuje.

Spojené státy nesouhlasí s následující smlouvou a nerespektují ji:

**TPNW** – USA společně s NATO odmítají přistoupit na smlouvu o úplném zákazu jaderných zbraní, hájí se potřebou zachovat si jaderné zbraně. Uvádí, že kdyby se svých zbraní vzdaly, podstatně by tak snížily svoji obranyschopnost a schopnost udržovat status quo ve světě.

Důležitá smlouva, od níž Spojené státy odstoupily, je smlouva INF, jež pojednává o likvidaci raket středního a krátkého dosahu. Tato smlouva byla především bezpečnostní „úlevou“ pro Rusko a Evropu, jelikož se likvidací zmíněné kategorie zbraní podstatně snížilo riziko jaderného konfliktu v Evropě. Bohužel však USA od smlouvy odstoupilo po sérii obviňování Ruské federace, že nedodržuje smlouvu INF a vyvíjí nosiče, které tato smlouva zakazuje. Stížnosti ze strany USA začaly v roce 2013 a vyvrcholily v prosinci roku 2017, kdy USA vyzvalo Rusko, aby demontovalo svá zařízení a pokud tak neučiní, dojde k odstoupení USA od smlouvy. Nutno podotknout, že USA podalo důkazy o existenci těchto nosičů a Rusko přiznalo jejich vlastnictví, nicméně informovalo o tom, že tyto zbraně nejsou krátkého a středního doletu, a nepodléhají tedy smlouvě INF.

## **4.2. Ruská federace**

### **Rozpad SSSR**

Rozpad sovětského svazu, jež probíhal v období let 1991 až 1993, měl značný dopad na poli jaderného zbrojení, protože Sovětský svaz byl před rozpadem jadernou supervelmocí. Po rozpadu vyvstaly seriózní obavy týkající se bezpečnosti a kontroly jaderných arzenálů.

V době rozpadu čítal, již postsovětský, jaderný arzenál odhadem téměř 30 000 jaderných náloží a tyto zbraně se nyní nacházely na území nově vznikajících států Ruska, Ukrajiny, Běloruska a

Kazachstánu. Proces kdy tyto státy měly zvládnout zabezpečení a „odklizení“ jaderných zbraní byl velice komplexní a skýtal mnoho výzev. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

Jednou z hlavních obav byla potencionální možnost toho, že jaderné zbraně padnou do špatných rukou, jelikož zde nebyla centralizovaná rozhodovací moc, která by na proliferaci dohlížela. Vznikaly obavy, že nově vznikající státy mohou být nedostatečně stabilní či spolehlivé na to, aby se zodpovědně zvládly postarat o jaderný arzenál.

V odpověď na tyto obavy byly utvořeny tzv. dohody z Alma-Aty, popř. Almaatská deklarace a Minská dohoda či Bělověžská dohoda. Tyto dohody deklarují rozpad SSSR a zakládají tzv. Společenství nezávislých států. Toto společenství tvořilo 11 nově vzniklých států na území bývalého SSSR. Byly jimi Arménie, Ázerbájdžán, Bělorusko, Kazachstán, Kyrgyzstán, Moldávie, Rusko, Tádžikistán, Turkmenistán, Ukrajina a Uzbekistán. Tyto dohody uznaly svrchovanost a nezávislost jednotlivých států a položily základ pro kooperaci států v oblastech jako politika, ekonomie a vojenství. V těchto dohodách se také vyslovily státy Ukrajina a Bělorusko, že se chtějí stát nenukleárními státy.

Později bylo dohodnuto, že se Rusko stane „dědicem“ jaderného arzenálu a započal tak proces zvaný denuklearizace Běloruska, Kazachstánu a Ukrajiny. Nicméně samotný proces denuklearizace nebyl tak snadný a neobešel se bez obstrukcí té či oné strany. Jednou z důležitých vybojovaných obstrukcí bylo např., že Rusko nemůže použít jaderné zbraně k žádnému útoku, aniž by bylo jejich použití schváleno nově vzniklými jadernými velmocemi Běloruskem, Kazachstánem a Ukrajinou.

Časem se začaly veškeré jaderné síly, počínaje nejprve těmi taktickými, stahovat z území nově vzniklých jaderných velmocí do Ruska. Celý proces zabezpečení a sjednocení jaderných sil do Ruska byl řízen mezinárodní snahou nejen postsovětských ale i západních zemí včetně USA. Veškerá pozornost směřovaná k jaderným zbraním se zaměřovala především na fyzické zabezpečení zbraní, na výcvik a podporu personálu, jež měl na zbraně dohlížet. Časem se státy Bělorusko, Kazachstán, Rusko a Ukrajina zavázaly k respektování smluv START a NPT.

Nicméně je zde třeba zmínit jeden obrovský, do současnosti zasahující problém, jež vyvstal v době rozpadu SSSR a dnes se dotýká především svrchovanosti Ukrajiny. V prosinci roku 1994 se státy Ukrajina, Rusko, Spojené státy a Velká Británie podílely na podpisu tzv. Budapešťského memoranda. Toto memorandum zaručuje svrchovanost, nezávislost a teritoriální integritu Ukrajiny, výměnou za to, že se Ukrajina vzdá svých jaderných zbraní a připojí se k smlouvě NPT.

Rusko, Velká Británie a USA se zavázaly, že budou uznávat a respektovat Ukrajinskou svrchovanost a celistvost. Všechny státy se také zavázali, že budou dodržovat chartu OSN. (SIPRI Yearbook, 2021)

### **Doktrína**

Rusko, stejně jako USA, stále zastává doktrínu jaderného odstrašování a stejně tak si nevyhraduje právo prvního použití. Nicméně některé výroky ze strany Ruska či jeho představitelů naznačují, že by mohlo zvažovat použití jaderných zbraní v případě ohrožení existence samotného státu, což částečně souvisí s jeho následující strategií.

Rusko zastává strategii tzv. eskalační kontroly. Tato eskalační kontrola znamená, že by Rusko neváhalo použít jaderné zbraně v případě nějakého konfliktu, kdy by oportunistická strana překročila určitou mez, byť s použitím pouze konvenčních zbraní. Tato kontrola tedy říká, že překročili-li protivník určitou mez, tak Rusko použije jaderné zbraně, což způsobí zmenšení protivníkovy síly či sníží jeho bojovou morálku a protivník se tak zalekne, stáhne nebo popř. vzdá. Tím by se celá situace měla uklidnit. Jenomže taková mez je dosti subjektivním pojmem. Není definované, kdo nebo co rozhoduje o tom, jaká mez je již neúnosná a zda je třeba použití jaderných zbraní nutné. O tom rozhoduje především prezident Ruska jakožto velitel ozbrojených sil, protože i v Rusku se veškerá autorizace k odpalu jaderných zbraní nalézá v pravomocích prezidenta a ani zde se není možné setkat s myšlenkou na dobrovolné jaderné odzbrojení, aniž by se vzdaly jaderných zbraní ostatní jaderné státy.

Rusko, jakožto setrvávající oponent USA v jaderném zbrojení, počítá v případě zničení státu jadernými hlavicemi s odvetným útokem dle doktríny MAD. (SIPRI Yearbook 2021)

### **Financování**

Ačkoli není nynější Ruská ekonomie v nejlepším stavu, dá se předpokládat, že bude do všeobecného zbrojení a samozřejmě i do toho jaderného investovat enormní množství finančních prostředků. Špatný stav ekonomie a velké investice zapříčiňuje válka na Ukrajině, jež bude vyčerpávající pro obě válčící strany.

Rusko není příliš sdílnou zemí a není tedy možné zjistit o jeho současné ekonomice veškeré informace, zvláště v této době narůstající světové tenze a opětovnému nárůstu nedůvěřivosti. Ovšem z logického hlediska, pokud si bude chtít Rusko stejně jako USA udržet svůj arzenál, modernizovat jej, a ještě při tom vést boje na Ukrajině, tak je nanejvýš pravděpodobné, že budou muset utrácet astronomické částky za celé vojenské výlohy. Zda toto Ruská ekonomika

ustojí a za jakých obětí, je již otázkou budoucnosti. Nicméně v roce 2021 investovalo Rusko do svého zbrojení 4855,16 miliard rublů, což je asi 64,5 miliardy USD, z toho 8,6 miliardy USD šlo do jaderného zbrojení. Lze zde také spatřovat enormní rozdíl v investovaných částkách mezi Ruskem a USA, jež investuje pouze do jaderného zbrojení již zmíněných 41,4 miliardy USD. (SIPRI Yearbook, 2021)

### **Modernizace**

V současné době se Rusko snaží své finanční prostředky také směřovat směrem k modernizaci svého již existujícího jaderného arzenálu a dále k vývoji nových odpalovacích systémů a nosičů. Tyto snahy především zahrnují modernizaci starých sovětských a postsovětských nosičů a odpalovacích a naváděcích systémů.

Rusko úspěšně, stejně jako USA a Čína, vyvíjí technologie hypersonických kluzáků schopných nést jadernou hlavici a zatím se jim to daří ze všech zmíněných států nejlépe. Jejich nejnovější a zároveň světově nejrychlejší hypersonická zbraň Avangard je schopná pojmout 800 kt až 2 Mt jadernou nálož, je schopna letět rychlostí 20 až 27 Mach, tedy max. rychlost je okolo 33 000 km/h. Zajímavostí také je, že tato raketa při své rychlosti a váze okolo 2000 kg má tak velkou hybnost, že je schopna bez jaderné hlavice vyprodukovat při nárazu energii odpovídající výbuchu 22 až 40 tunám TNT.

Za zmínku stojí také hypersonická střela Ch-47M2 Kinžal, jež byla poprvé bojově nasazena 18. března 2022 ve válce na Ukrajině. Střela je schopna letět rychlostí až 10 Mach a je schopná uletět 2 000 km, pokud je vypuštěna z letounu MiG-31K. Při použití byla vyzorována oběma válčícími stranami její neuvěřitelná rychlost a přesnost.

Dále je možné pozorovat vývoj ruských podvodních bezpilotních dronů, jež jsou předně určeny ke zpravodajským, vědeckým, sledovacím či enviromentálním účelům. Ovšem některé zdroje uvádí i tezi, že by tato zařízení mohla sloužit i k přenášení jaderných náloží.

### **Počty jaderných prostředků**

K začátku roku 2022 se odhaduje, že ruský jaderný inventář čítal dohromady 5977 jaderných náloží, z toho 2889 náloží je uloženo ve skladech, 1500 náloží čeká na demontáž a likvidaci a 1 744 náloží je rozmístěno v aktivní výzbroji. Z celkového počtu ruského inventáře je odhadem asi 1912 taktických náloží a 2565 strategických náloží, zbytek tvoří nálože, jež čekají na likvidaci. Rusko má rozmístěno v současné době 1588 jaderných náloží, z toho 1549 je strategického rázu a zbylých 39 jsou taktické nálože. Taktické zbraně jsou především určeny



k obraně přístavišť a strategických míst, kde slouží jako protiraketová obrana, nicméně některé zbraně jsou rozmístěny na místech, kde „zajišťují“ bezpečnost ruských hranic.

I ruský strategický jaderný arzenál k začátku roku 2022 podléhal standardům smlouvy New START a byl rozmístěn následovně:

- Z 1550 rozmístěných strategických hlavic – mají rozmístěno 1549,
- z počtu maximálně 700 nasazených strategických nosičů – mají rozmístěno 540 kusů,
- z počtu maximálně 800 odpalovacích zařízení ať už v záloze či ve výzbroji – mají 759 kusů.

#### **Dodržování mezinárodního práva**

**NPT** – Rusko je signatářem této smlouvy a je uznáván jako stát jaderný. Rusko je signatářem této smlouvy jakožto „následník“ SSSR, smlouva byla podepsána 1. července 1968 a ratifikována 5. března 1970.

**CTBT** – Rusko dodržuje smlouvu o úplném zákazu testování jaderných zbraní. Podepsalo ji v roce 1996 a ratifikovalo v roce 2000.

**Budapešťské memorandum** – Porušeno po napadení a anexi Krymského poloostrova 20. února 2014, Rusko tímto útokem přímo porušilo smlouvu o Ukrajinském jaderném odzbrojení a narušilo celistvost a svrchovanost Ukrajiny. Rusko nepopíratelně porušilo svůj smluvní slib, že uznává nezávislost a svrchovanost státu Ukrajina. Dále se Rusko rozhodlo 2. února 2022 expandovat na území Ukrajiny pod záminkou denacifikace a osvobození ruského obyvatelstva na ukrajinském území v Luhanské a Doněcké oblasti. Opakovaně tak došlo k porušení smlouvy, kterou stvrdilo Rusko, Ukrajina, Velká Británie a USA. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

**New START** – Rusko k začátku roku 2022 dodržovalo tuto smlouvu, nicméně v únoru 2023 pozastavilo svoji účast na této dohodě. Rusko informovalo, že pro obnovení smluvních aktivit by Spojené státy musely přerušit podporu Ukrajině a přivést Francii a Spojené království do rozhovorů o kontrole zbrojení. USA označují tuto zprávu za nešťastnou a nezodpovědnou, prohlásily, že budou i nadále podporovat Ukrajinu. V tomto případě je jasné, že se Rusko snaží tlačit na západ, aby přestaly Ukrajinu podporovat, bohužel si však bere za oběť smlouvy, jež mají za účel zmírňovat nebezpečí ve světě.

**Smlouva INF** – Tato dnes již neplatící smlouva, mezi USA a Ruskem pozbyla své platnosti v momentě, kdy od ní USA odstoupilo v roce 2018. Rusko doopravdy mělo v držení střely, jež vypadají jako střely krátkého až středního dosahu, bylo to nezpochybnitelně dokázáno fotografiemi, které poskytlo USA. Nicméně Rusko se hájilo, že tyto zbraně slouží pouze k výzkumu a nespádají do kategorie zbraní jež omezuje smlouva INF. Dále pak také ruští političtí představitelé naopak apelovali na USA, aby smlouva INF nově zahrnovala a omezovala i další státy, jež podle nich mají v Evropě rozmístěné právě tyto střely.

### **4.3. ČLR**

Čína silně rozšiřovala svůj jaderný arzenál do roku 1991 a dalších 20 let se počet jaderných hlavic příliš nezvyšoval. Od roku 2012 však začal počet čínských jaderných hlavic růst. Dostatečně o tom mluví čísla, která uvádí, že v roce 1991 měla Čína k dispozici zhruba 234 jaderných hlavic, v roce 2012 to bylo okolo 240 hlavic a v současné době čítá již kolem 350 jaderných hlavic. (Chansoria, 2014; Roser, et al., 2013)

#### **Doktrína**

Čínská jaderná doktrína vyplývá z konceptu, kdy se vyhýbá použití jaderných zbraní v případném boji jako první, zároveň se také vyhýbá závodům ve zbrojení. Čína tedy zastává postavení takové, že nepoužije jaderné zbraně v boji jako první, dokud není čínská suverenita vážně ohrožena. Taková politika má za úkol snížit riziko vstupu do jaderné války a posílit mezinárodní mír a stabilitu. V říjnu roku 2022 Li Song, velvyslanec pro záležitosti odzbrojení, uvedl, že Čína udržuje své jaderné kapacity na možném minimu a to takovém, které je třeba pro národní bezpečnost. Zároveň Čína ale nikdy neuvédla, jak obsáhlé takové „minimum“ je.

PLA však udržuje jakousi menší pohotovost pro případ, že by byla Čína napadena. To zahrnuje investování značných zdrojů k zajištění jaderného arzenálu, včetně náviku přežití při jaderném útoku s cílem zajistit včasné zahájení jaderného protiútoku, pokud by bylo třeba.

Čína má však relativně malý jaderný arzenál v porovnání s USA a Ruskem, jelikož jejich jaderné síly jsou primárně určeny k odražení jaderných útoků od potenciálního protivníka, než aby se zapojila do rozsáhlé jaderné války. Čínské jaderné síly jsou vedeny PLA a jsou drženy pod důkladným dozorem ústřední vlády v Pekingu. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

Čína byla také velkým zastáncem Smlouvy o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT) a vyzvala k úplnému zákazu jaderných zbraní. Čína tak věří, že jaderného odzbrojení by mělo být dosaženo postupným a ověřitelným procesem odzbrojení.

Ve výsledku můžeme říct, že se čínská jaderná doktrína vyznačuje odhodláním k odstrašování a opatrným přístupem k použití jaderných zbraní, jehož cílem je podpora celosvětového míru a stability. (SIPRI Yearbook, 2021)

### **Financování**

V roce 2021 investovala Čína do svého zbrojení asi 1,892 bilionu čínských juanů (asi 270 mil. USD), z toho asi 11,7 miliardy USD bylo investováno do jaderného zbrojení. Celkově čínská vláda poskytuje značnou finanční podporu PLA a jejímu programu jaderných zbraní jako součást své širší strategie na posílení vojenských schopností Číny a udržení její národní bezpečnosti.

### **Modernizace**

Čína v posledních letech výrazně investuje do modernizace své armády, včetně modernizace svých kapacit jaderných zbraní. Předpokládá se, že Čína má kolem 350 jaderných hlavic a země vyvíjí nové a pokročilejší systémy jaderných zbraní, jako je mezikontinentální balistická střela DF-41, jež má dolet mezi 12 až 13 tisíci kilometry a dosahuje rychlosti až 25 Mach.

### **Počty jaderných prostředků**

Přesný počet jaderných aktiv Číny není veřejně znám, protože čínská vláda nezveřejňuje podrobné informace o svém jaderném arzenálu. Odhady různých zdrojů však naznačují, že Čína má ve srovnání se Spojenými státy a Ruskem relativně malý jaderný arzenál.

Podle Stockholmského mezinárodního institutu pro výzkum míru (SIPRI) měla Čína na začátku roku 2021 odhadem 350 jaderných hlavic, z nichž asi 180 bylo rozmístěno na raketách, které by mohly zasáhnout jiné země. To je výrazně méně než odhadovaných 3 800 jaderných hlavic v amerických zásobách a odhadovaných 4 310 jaderných hlavic v ruských zásobách. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

### **Dodržování mezinárodního práva**

Čína podepsala dvě smlouvy z výše uvedených v této bakalářské práci a těmi jsou: Smlouva o nešíření jaderných zbraní (NPT) a Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT).

První uvedenou smlouvu Čína ratifikovala v roce 1992 a od té doby je její součástí. Čína je rovněž povinna předkládat Mezinárodní agentuře pro atomovou energii (MAAE) pravidelné zprávy o svých jaderných aktivitách a umožnit MAAE inspekce svých jaderných zařízení, aby ověřila, zda dodržuje smlouvu. Čína byla obecně považována za odpovědnou jadernou mocnost a hrála aktivní roli v podpoře jaderného odzbrojení a úsilí o nešíření. Objevily se však obavy ohledně úsilí Číny o modernizaci jaderných zbraní a jeho potenciálního dopadu na globální úsilí o kontrolu zbrojení.

Čína sice podepsala Smlouvu o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT), ale smlouvu ještě neratifikovala, což je nezbytné pro její platnost. Navzdory tomu, že Čína neratifikovala CTBT, od roku 1996 se zdržela provádění jakýchkoli testů jaderných zbraní. Čína se také aktivně zapojila do prosazování CTBT a vyzvala k jejímu vstupu v platnost. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

#### **4.4. Francie**

##### **Doktrína**

Francouzská doktrína týkající se jaderných zbraní je založena na principu jaderného odstrašování. Francie je jedním z pěti uznaných států disponujících jadernými zbraněmi podle Smlouvy o nešíření jaderných zbraní (NPT), spolu se Spojenými státy, Ruskem, Čínou a Spojeným královstvím.

Francouzská jaderná doktrína se opírá o koncept „strategické autonomie“, což znamená, že Francie si zachovává plnou kontrolu nad svými jadernými silami a nespolehá se na jiné země ve svém jaderném odstrašování.

Postoj Francie lze tedy shrnout tak, že francouzská jaderná doktrína je založena na principu jaderného odstrašování a konceptu strategické autonomie a zároveň zdůrazňuje význam úsilí o odzbrojení a nešíření jaderných zbraní.

##### **Financování**

Francie celkově finančně podporuje své ozbrojené síly a program jaderné energetiky, avšak jako součást své širší strategie zachování si své národní bezpečnosti a prosazování svým strategických zájmů.

Financování veškerého francouzského zbrojení v roce 2021 dosahovalo částky 47,9 miliard eur. Z toho 5,31 miliard eur bylo určeno jadernému zbrojení.

## **Modernizace**

Francie v posledních letech investuje do modernizace svého jaderného energetického průmyslu se zaměřením na zlepšení bezpečnosti, zvýšení účinnosti a snížení emisí uhlíku. Kromě modernizačních snah zaměřených na zlepšení bezpečnosti a spolehlivosti Francie také pracuje na snížení uhlíkové stopy svého jaderného energetického průmyslu. To zahrnuje investice do obnovitelných zdrojů energie, jako je vítr a slunce, stejně jako úsilí o zlepšení účinnosti jejich jaderných reaktorů a snížení jejich dopadu na životní prostředí. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

## **Počty jaderných prostředků**

Podobně jako např. u Číny není přesný počet jaderných aktiv Francie veřejně znám a obecně můžeme konstatovat, že ani Francie nemá srovnatelný jaderný arzenál se Spojenými státy a Ruskem.

Podle Stockholmského mezinárodního institutu pro výzkum míru (SIPRI) měla Francie na začátku roku 2021 odhadem celkem 290 jaderných hlavic, z nichž asi 170 bylo rozmístěno na raketách, které by mohly zasáhnout jiné země.

Tyto odhady sice nejsou přesné, ale pokud vezmeme v potaz, že Francie zastává minimální zastrašovací politiku, vyplývá, že by měla udržovat počet jaderných zbraní pouze na nezbytném k odstrašení potenciálních protivníků. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

## **Dodržování mezinárodního práva**

Jednou z nejvýznamnějších mezinárodních dohod, které Francie podepsala, je Smlouva o nešíření jaderných zbraní (NPT), kterou ratifikovala v roce 1992. Francie také podepsala Smlouvu o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT), která zakazuje veškeré jaderné výbuchy. Zatímco Francie neprovedla jaderný test od roku 1996, dosud CTBT neratifikovala. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

## **4.5. VB**

### **Doktrína**

Spojené království má doktrínu zachování silné schopnosti jaderného odstrašení a zároveň podporuje bezpečné a mírové využívání jaderné energie. Politikou Spojeného království v oblasti jaderných zbraní je udržovat minimální důvěryhodný odstrašující postoj, což znamená, že Spojené království si ponechává pouze takový počet jaderných zbraní, který je nezbytný k zajištění účinného odstrašení potenciálních protivníků. Schopnost jaderného odstra-

šení Spojeného království je založena na systému jaderných zbraní Trident, který se skládá ze čtyř ponorek třídy Vanguard vyzbrojených jadernými střelami Trident II D5. Jaderné zbraně Spojeného království jsou udržovány v nepřetržitém odstrašujícím stavu na moři, což znamená, že alespoň jedna ponorka je vždy na hlídce a je připravena reagovat na jakoukoli potenciální jadernou hrozbu.

Kromě své schopnosti jaderného odstrašení Spojené království podporuje bezpečné a mírové využívání jaderné energie jako součást své širší energetické politiky. Jaderná energie tvoří přibližně 20 % elektřiny Spojeného království a je považována za důležitou pilíř úsilí země o přechod na nízkouhlíkový energetický systém. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

### **Financování**

V roce 2021 Velká Británie investovala 48,7 miliard liber do vojenství, z toho 5,44 miliard liber do jaderného zbrojení.

Náklady na údržbu a modernizaci programu Trident byly ve Spojeném království předmětem politické debaty. Odhady se liší, ale některé studie naznačují, že celoživotní náklady na program by mohly přesáhnout 200 miliard liber. Zastánci programu tvrdí, že jaderný odstrašující prostředek poskytuje zásadní pojistku proti potenciálním hrozbám a je tedy výhodný pro bezpečnost Spojeného království, zatímco kritici naopak tvrdí, že peníze vynaložené na jaderné zbraně by mohly být lépe využity pro jiné účely, a to zlepšení sociálních služeb nebo investice do alternativních forem energie. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

### **Modernizace**

Spojené království v současné době provádí program modernizace svých jaderných zbraní. Program známý jako „the Successor program“ má za cíl nahradit současné ponorky třídy Vanguard. Starou třída ponorek vystřídá Dreadnought. Ponorky Dreadnought budou vybaveny nejnovější technologií a měly by se lépe vyhýbat detekci. Kromě toho budou ponorky vyzbrojeny novou generací jaderných hlavic, které jsou vyvíjeny v rámci samostatného programu známého jako program „Atomic Weapons Establishment“ (AWE).

Vláda Spojeného království odhadla náklady „the Successor program“ na 31 miliard liber. Program je kontroverzní a setkává se opět s obdobnými názory kritiků i zastánců jako je uvedeno výše v souvislosti s financováním. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

### **Počty jaderných prostředků**

Britská vláda v roce 2010 prohlásila, že její inventář jaderných zbraní nepřesáhne 225 hlavic. Odhaduje se, že zásoby zůstaly na tomto čísle v lednu 2022. Plánované snížení zásob na 180 hlavic do poloviny roku 2020 bylo ukončeno vládní revizí zveřejněnou v roce 2021. Revize zavedla nový strop 260 hlavic.

### **Dodržování mezinárodního práva**

Spojené království (UK) podepsalo několik mezinárodních dohod a smluv týkajících se jaderné energie, včetně Smlouvy o nešíření jaderných zbraní (NPT). Spojené království podepsalo NPT v roce 1968 a ratifikovalo ji v roce 1969.

Také další smlouvy pojednávající o jaderné energii, avšak nikoliv jako o ZHN. Takovými smlouvami např. jsou Úmluva o jaderné bezpečnosti a Pařížská dohoda o změně klimatu.

Celkově účast Spojeného království v těchto mezinárodních dohodách a smlouvách demonstrovuje jeho odhodlání podporovat bezpečné a odpovědné využívání jaderné energie a zároveň řešit obavy ohledně šíření a bezpečnosti jaderných zbraní. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

## **4.6. Izrael**

### **Doktrína**

Izrael má politiku „jaderné nejednoznačnosti“, což znamená, že nepotvrzuje, ale ani nepopírá vlastnění jaderných zbraní. Již zmíněná „strategická nejednoznačnost“ má za cíl odradit potenciální nepřátele, a to vytvářením nejistoty ohledně svých jaderných schopností a záměrů. Existují odhady, že Izrael vlastní jaderný arzenál o 80 až 90 jaderných hlavicích a nepostrádá prostředky pro jejich doručování např. letadly, raketami a ponorkami. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

### **Financování**

V roce 2021 Izrael finančně podpořil své vojenství částkou 78,52 miliard izraelských nových šekelů (asi 22,5 miliardy USD), na jaderné zbraně bylo z této sumy využito 1,2 miliardy USD. Předpokládá se, že značná část těchto výdajů jde na údržbu a modernizaci izraelských vojenských a jaderných schopností.

## **Modernizace**

Jelikož Izrael vlastnictví jaderných zbraní nepotvrzuje, je těžké získat informace o tom, zda by tyto zbraně nějak modernizoval. Existuje několik předpokladů, ty jsou však založené na spekulacích, proto v této práci není uvedeno nic konkrétnějšího.

## **Počty jaderných prostředků**

Neexistuje žádný spolehlivý veřejný odhad počtu jaderných zbraní, které má Izrael v držení. Některé odhady však naznačují, že Izrael může vlastnit 80 až 90 jaderných hlavic, jak je již zmíněno v textu výše.

## **Dodržování mezinárodního práva**

Izrael není členem Smlouvy o nešíření jaderných zbraní (NPT). Jelikož Izrael nikdy veřejně nepřiznal, že vlastní jaderné zbraně, nebyl proto povinen deklarovat své jaderné aktivity Mezinárodní agentuře pro atomovou energii (MAAE).

Jakožto nesignitář NPT Izrael nepodléhá omezením smlouvy o držení jaderných zbraní a není vázán svými závazky vést jednání o odzbrojení. Izrael však opakovaně prohlásil, že podporuje cíl bezjaderného Blízkého východu, a vyjádřil ochotu podílet se na regionálním úsilí o vytvoření zóny bez jaderných zbraní, a to za předpokladu, že bude součástí komplexní mírové dohody.

Izrael však podepsal jiné mezinárodní dohody a smlouvy, které mají důsledky pro jeho jaderný program. Izrael je například stranou Úmluvy o chemických zbraních a Úmluvy o biologických zbraních, které zakazují vývoj, výrobu a použití chemických a biologických zbraní. Izrael také podepsal Smlouvu o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT) v roce 1996, avšak tuto smlouvu neratifikoval. Jeho podpis této smlouvy však naznačuje svou podporu cílům této smlouvy. (SIPRI Yearbook, 2021)

## **4.7. Indie**

### **Doktrína**

Indická jaderná doktrína je založena na principu odstrašení. Zbraně jsou tedy určeny k odstrašení jaderných hrozeb z jiných zemí. Zároveň země udržuje minimální jaderný arzenál, který je k tomuto účelu nutný. Také zahrnuje to, že Indie své zbraně nevyužije jako první, ale pouze v reakci na jaderný útok. Doktrína také uvádí, že Indie nepoužije jaderné zbraně proti státu, který nevlastní jaderné zbraně, pokud tento stát není spojencem státu s jadernými zbraněmi a nepomáhá státu s jadernými zbraněmi při útoku na Indii.



## **Financování**

V roce 2021 investovala Indie do vojenství přes 5,5 bilionu INR a na jaderné zbrojení bylo z toho užito téměř 190 miliard INR.

Proti indickému vojenskému jadernému financování se oportunisticky vyjádřilo v otevřeném dopise 19. května 1998 přes sto předních indických vědců. Tvrdili, že v zemi, jež sužuje chudoba a nevzdělanost, je třeba soustředit své prostředky jinam. (Pitschmann, 2005)

## **Modernizace**

I přes definovanou indickou doktrínu se předpokládá, že Indie svůj program jaderných zbraní také modernizuje. V posledních letech podnikla kroky k modernizaci a rozšíření svého jaderného arzenálu. Předpokládá se, že země vyrobila řadu hlavic, včetně taktických jaderných zbraní a vyvíjí nové nosné systémy.

Indie však trvá na tom, že její jaderný program má čistě obranný charakter a je určen výhradně k ostrašení potenciálních protivníků. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

## **Počty jaderných prostředků**

Přesný počet jaderných aktiv indická vláda veřejně nezveřejňuje. Nicméně podle odhadů Stockholmského mezinárodního institutu pro výzkum míru (SIPRI) měla Indie k lednu 2022 odhadované zásoby 156 jaderných hlavic, což je nárůst oproti 150 hlavicím odhadovaným v roce 2021.

## **Dodržování mezinárodního práva**

Krušné období pro indické jaderné zbrojení se odehrálo v 90. letech minulého století. Indie nejprve obhajovala Smlouvy o všeobecném zákazu jaderných zkoušek a navrhovala, aby se postupem času svět zbavil jaderných zbraní úplně. Tento návrh neprošel shromážděním OSN a Indie smlouvu nepodepsala. V návaznosti na tento politický neúspěch začala Indie investovat do jaderných zařízení a raketových systémů. Dále byl Indickou lidovou stranou vydán předvolební manifest, který pojednával o testování jaderných zbraní. Po vítězství lidové strany ve volbách k těmto testům bylo opravdu připuštěno, a navíc bylo jejich provedení urychleno v návaznosti na testování pákistánských raket Ghaurí. (Kamath, 1999; Perkovich, 1999; Pitschmann, 2005)

Testy jaderných zbraní byly provedeny pod taktovkou Ministerstva pro atomovou energii a Organizací pro obranný výzkum a vývoj. Došlo k nim 11. května 1998 u Pokaranu a byly otestovány tři nálož. Termonukleární nálož Shakti-1, plutoniová nálož Shakti-2 a malá

plutoniová nálož Shakti-3. První zmíněná nálož dosahovala mohutnosti 43 kt, druhá 12 kt a poslední asi 0,2 kt. (Pitschmann, 2005) Nicméně některé zdroje uvádí, že nedošlo ke třem, ale ke dvěma jaderným testům. (Norris & Arkin, 1998)

Indie nepřijala závazky k mezinárodnímu úsilí o nešíření jaderných zbraní, a tady nepodepsala Smlouvu o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT), nepodepsala ani Smlouvu o nešíření jaderných zbraní. Indie podepsala v roce 2002 dobrovolný kodex chování – Haagský kodex chování proti šíření balistických raket, jehož cílem je zabránit šíření balistických střel, které by mohly být použity k dodávce zbraní hromadného ničení. Pokyny Skupiny jaderných dodavatelů (NSG) byla Indii udělena výjimka, která upravuje vývoz jaderných materiálů a technologií, což Indii umožňuje zapojit se do jaderného obchodu s jinými zeměmi.

#### **4.8. Pákistán**

##### **Doktrína**

Pákistánská jaderná doktrína je založena na konceptu „celospektrálního odstrašování“, jehož cílem je odradit všechny formy agrese proti zemi, ať už jaderné nebo konvenční. Pákistánská jaderná doktrína zdůrazňuje, že jeho jaderné zbraně slouží pouze k obranným účelům a budou použity pouze jako poslední možnost v případě existenčního ohrožení země. Uznává tedy postup, kdy využití jaderné síly připadá v úvahu pouze v případě, kdy takto Pákistán by byl napaden nepřítelem první (tedy „no first use policy“).

Pákistánské držení jaderných zbraní přispělo k napětí se sousedními zeměmi, zejména s Indií. Obě země vedou dlouhodobý územní spor o oblast Kašmíru. Kromě napětí s Indií přispěly pákistánské jaderné zbraně také k obavám o regionální stabilitu a bezpečnost. Tuto obavu vzbuzují pokračující konflikty v zemi s militantními skupinami a jejich komplikovaných vztahů se Spojenými státy. Občas se objevily zprávy o otázkách bezpečnosti a zabezpečení souvisejících s pákistánským jaderným programem, včetně obav, že by se jaderné materiály mohly dostat do rukou teroristů. Ačkoli pákistánské jaderné zbraně nevedly přímo ke konfliktu, přispěly k celkovému pocitu regionální nestability a zvýšeným obavám z rizika jaderné eskalace. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

##### **Financování**

V roce 2021 Pákistán investoval do vojenství 1,8 bilionu PKR z toho 312 miliard PKR do jaderných zbraní. Je třeba poznamenat, že Pákistán čelí ekonomickým výzvám a jeho vojenské výdaje, které zahrnují výdaje na jaderné zbraně, tvoří významnou část jeho rozpočtu. To

vedlo k určité kritice jak na domácí, tak mezinárodní úrovni, s výzvami, aby Pákistán upřednostnil svůj hospodářský rozvoj před svými výdaji na obranu.

### **Modernizace**

V roce 1994 zaznamenal pákistánský vojenský jaderný program značné pokroky, hlavně tzv. „Projekt č. 706“ pod vedení Samara Mubarak Mauda. Pákistán se stal první islámskou jadernou mocností po sérii pěti úspěšných jaderných testů, událo se tak 28. a 30. května 1998 jako odpověď na indické jaderné testy, které se konaly pouhých 15 dní před těmi pákistánskými (Diamond, 1998). K testům došlo v oblasti Čághí nedaleko afghánských hranic a zbraně dosahovaly mohutnosti od 40 do 45 kt. Celá akce proběhla za vyhlášení výjimečného stavu. (Khan, 2012; Pitschmann, 2005)

Ačkoli se tento stát přidal k jaderným mocnostem relativně nedávno, jeho jaderné základy se rychle rozrůstají a jeho celá jaderná infrastruktura je velmi dobře rozvinutá. Pákistánská jaderná infrastruktura byla a stále částečně je rozvíjena za asistence USA, Evropy a zejména Číny, která má na asistencích největší podíl. (Tkacik, 2010) V roce 2017 Pákistán úspěšně otestoval svou novou raketu Ababeel, která je schopna nést více hlavic a je navržena tak, aby se vyhýbala systémům protiraketové obrany. Kromě toho Pákistán údajně pracuje na vývoji jaderných raket odpalovaných z ponorek, které by mu daly schopnost „druhého úderu“ v případě jaderného útoku. (Stockholm International Peace Research Institute, 2020)

### **Počty jaderných prostředků**

Přesný počet jaderných zbraní v pákistánském arzenálu není veřejně znám a země tyto informace nezveřejňuje. Odhady však naznačují, že Pákistán má zásoby jaderných zbraní v rozsahu 165 až 180 hlavic.

### **Dodržování mezinárodního práva**

Pákistán nepodepsal Smlouvu o nešíření jaderných zbraní (NPT). Pákistán je však členem skupiny „Nuclear Suppliers Group“ (NSG), což je skupina zemí, které se snaží zabránit šíření jaderných zbraní kontrolou vývozu jaderných materiálů, zařízení a technologií. Pákistán také podepsal různé dvoustranné a mnohostranné dohody o jaderné bezpečnosti a zabezpečení. Pákistánský jaderný program však zůstává zdrojem obav pro mnoho zemí kvůli své historii aktivit v oblasti šíření jaderných zbraní. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

#### 4.9. KLDŘ

Dle odhadů zahraničních zpravodajských služeb bylo do konce 20. století na území KLDŘ vystavěno na deset jaderných objektů, mezi nimi byla vystavěna i továrna na obohacování uranu. Do roku 2005 bylo rozšířeno i zařízení v Jongbjonu, které dostalo nový reaktor o výkonu 50 MW a zároveň byla vystavěna jaderná elektrárna v Taech'onu o výkonu 200 MW. (Břıza, 2010; Pitschmann, 2005)

Zlomovým bodem bylo v roce 2003 odstoupení KLDŘ od smlouvy NPT. Severní Korea tak učinila z důvodu údajného nepřátelství Spojených států. Navíc došlo k vypovězení inspektorů MAAE a 22. září došlo k severokorejskému oznámení, že vlastní dostatek plutonia pro výrobu až 6 jaderných zbraní. Dne 10. února 2005 KLDŘ oficiálně prohlásila, že již vlastní jadernou zbraň. První jadernou nálož testovala severní Korea v říjnu 2006. Výbuch jaderné bomby znamenala seismologická zařízení po celém světě. (Břıza, 2010; Pitschmann, 2005; Roser, et al., 2013)

##### **Doktrína**

Oficiální doktrína Severní Koreje týkající se jaderných zbraní je známá jako „Byungjin“, což v korejštině znamená „paralelní vývoj“. Doktrína Byungjin klade důraz na souběžný rozvoj severokorejského hospodářství a programu jaderných zbraní jako prostředku k dosažení strategických cílů země. Severní Korea považuje jaderné zbraně za klíčový prvek své národní obranné strategie, která má zabránit zahraniční intervenci a zajistit přežití režimu. Vedení Severní Koreje opakovaně prohlásilo, že její program jaderných zbraní je svou povahou obranný a nezbytný, aby čelil tomu, co vnímá jako hrozbu ze strany Spojených států a jejich spojenců.

Severní Korea vyvinula také balistické střely, které používala k testování různých raket, včetně mezikontinentálních balistických střel (ICBM), které jsou schopné zasáhnout kontinentální Spojené státy. Kombinace jaderných zbraní a raket dlouhého doletu zvýšila v mnoha zemích obavy z možného jaderného konfliktu na Korejském poloostrově.

Severní Korea neučinila formální prohlášení ohledně své jaderné doktríny a toho, zda vede „no first use policy“ jako některé země zmíněné výše. Země však opakovaně prohlásila, že její jaderné zbraně jsou obranným opatřením, které má odradit vnímané hrozby ze strany Spojených států a jejich spojenců. Severní Korea také prohlásila, že své jaderné zbraně použije pouze v sebeobraně. Vzhledem k nepředvídatelné a nestálé povaze režimu je však mezinárodní

společenství nadále znepokojeno potenciálním použitím jaderných zbraní Severní Koreou. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

### **Financování**

Informace o financování vojenství jsou téměř nedohledatelné. Některé zdroje tvrdí, že v roce 2021 KLRD použila na jaderné zbraně 0,64 miliard dolarů, avšak není udáno, jaká byla celková částka použita pro vojenství celkově. Ovšem se předpokládá, že severokorejská vláda přiděluje významnou část svého národního rozpočtu na svůj vojenský a jaderný zbrojní program, a to i na úkor blahobytu svých občanů. Země je rovněž předmětem ekonomických sankcí uvalených Radou bezpečnosti OSN a několika zeměmi, což dále omezuje její přístup k finančním zdrojům.

Rada bezpečnosti Organizace spojených národů uvalila na Severní Koreu několik kol sankcí kvůli jejímu jadernému a raketovému programu. Některé z nejvýznamnějších sankcí zahrnují:

- Omezení dovozu a vývozu: OSN uvalila sankce na severokorejský dovoz a vývoz zboží a služeb, včetně zbraní, luxusního zboží, uhlí, železné rudy, mořských plodů a textilu.
- Finanční sankce: OSN zmrazila aktiva jednotlivců a subjektů podezřelých z účasti na severokorejském jaderném a raketovém programu. OSN také zakázala severokorejským bankám otevírat nové pobočky v zámoří a omezila přístup země k mezinárodním finančním institucím.
- Zákazy cestování: OSN zakázala cestování jednotlivcům podezřelým z účasti na severokorejském jaderném a raketovém programu.
- Zbrojní embargo: OSN zakázala vývoz zbraní a vojenského materiálu do Severní Koreje a také zemi zakázala vývoz zbraní a vojenského materiálu.
- Diplomatická opatření: OSN uvalila omezení na diplomatické aktivity Severní Koreje, včetně omezení počtu severokorejských diplomatů, kteří mohou pracovat v zámoří.

Tyto sankce byly uvaleny s cílem tlačit na Severní Koreu, aby opustila svůj jaderný a raketový program a zapojila se do jednání o dosažení denuklearizace. Severní Korea však pokračovala v provádění jaderných a raketových testů, což vedlo k dalším sankcím uvaleným mezinárodním společenstvím. (SIPRI Yearbook 2021, 2021)

## **Modernizace**

Je obtížné zjistit přesnou úroveň modernizace jaderných zbraní Severní Koreje, protože země je velmi diskrétní ohledně svého jaderného programu. Je však známo, že Severní Korea v posledních letech provedla několik jaderných testů, což naznačuje, že země aktivně pokračuje ve vývoji a modernizaci svého jaderného arzenálu. Kromě toho Severní Korea také provedla raketové testy, které jsou schopny nést jaderné hlavice, což dále podporuje předpoklad o modernizaci svých jaderných zbraní. (Stockholm International Peace Research Institute, 2021)

## **Počty jaderných prostředků**

Nejčastější odhad je, že Severní Korea vyrobila okolo 60 jaderných zbraní. Přesný počet však není znám. V průběhu let existovaly různé odhady zásob jaderných zbraní v Severní Koreji.

Roku 2021 americká zpravodajská komunita odhaduje, že Severní Korea má zásoby přibližně 20 až 60 jaderných zbraní. Někteří odborníci se však domnívají, že toto číslo by mohlo být vyšší nebo nižší než tento rozsah. Není také jasné, kolik z těchto zbraní je operačních nebo jak pokročilé jsou z hlediska miniaturizace a schopnosti dodávky. Odhady se tak odlišují, že se stávají pouhými spekulacemi. (Stockholm International Peace Research Institute, 2021)

## **Dodržování mezinárodního práva**

Severní Korea podepsala Smlouvu o nešíření jaderných zbraní (NPT) v roce 1985, ale později od ní v roce 2003 odstoupila. Severní Korea nepodepsala Smlouvu o úplném zákazu jaderných zkoušek (CTBT). CTBT byla přijata Valným shromážděním Organizace spojených národů v roce 1996, přestože se Severní Korea účastnila jednání o smlouvě, nepodepsala ji a ani neratifikovala. Severní Korea provedla svůj první jaderný test v roce 2006 a od té doby provedla několik dalších, a to navzdory mezinárodním sankcím a tlaku na zastavení svého programu jaderných zbraní. Severní Korea provedla několik jaderných testů a odpálila rakety navzdory mezinárodním sankcím a tlaku. Nejsou známy žádné smlouvy mezi Severní Koreou a dalšími zeměmi, které by se konkrétně týkaly jaderných zbraní. (SIPRI Yearbook, 2021)

## ZÁVĚRY

Má bakalářská práce se zabývala problematikou týkající se biologických zbraní a jejich vnímání v kontextu ČR. Tato práce byla rozdělena do dvou základních částí – teoretické a výzkumné. Vzhledem k náročnosti a rozsáhlosti tématu jsem se v teoretické části zaměřil na základní poznatky, důležité a věcné informace, které by měly být laickou veřejností co možná nejvíce pochopitelné. Výzkumná část byla zpracována zejména z důvodu naplnění stanovených cílů práce. Hlavním cílem práce bylo objasnit „Vnímání aktuálnosti problematiky biologických zbraní na území ČR“ a na základě následné analýzy dat vyhodnotit situaci s výhledem na možné návrhy pro zlepšení současného stavu. Tento cíl byl naplněn pomocí dotazníkového šetření, díky němuž jsem zjišťoval informovanost široké veřejnosti k tématu biologických zbraní, dále také jejich názory a postoje.

V práci bylo dále stanoveno pět hypotéz, které byly na základě výsledků z dotazníku ověřovány. Ze samotných výsledků plyne, že lidé jsou do jisté míry velmi dobře seznámeni se základní charakteristikou biologických zbraní, což lze přičítat zvýšenému zájmu o tuto problematiku v posledních letech. Na druhou stranu však také z výsledků vyplývá, že ačkoliv jsou biologické zbraně tématem aktuálním a většina je vnímá současně jako závažnou hrozbu, lze zde pozorovat velmi zásadní mezery v jejich vnímání, jako například to, že pouze velmi nízké procento respondentů si je vědomo, jak se v případě jejich použití adekvátně zachovat. V úvodu práce bylo konstatováno, že subjektivně vnímám problematiku biologických zbraní za nedostatečně diskutovanou, minimálně mediálně prezentovanou a z pohledu osvěty a ochrany obyvatel i nedostatečně zpracovanou a prezentovanou. Výsledky mého šetření toto tvrzení podporují, kdy navzdory aktuálnosti tématu stále postrádám ucelený přehled základních užitečných informací, minimálně v mediálním prostoru. Na základě výše uvedených zjištění navrhuji, aby byly realizovány pravidelné akce zaměřené na osvětovou činnost pro veřejnost. Ta by se zcela logicky nemusela vztahovat pouze na problematiku biologických zbraní, ale také například na problematiku zbraní jaderných a radiologických s užším zaměřením na ochranu obyvatelstva. Význam takto realizované osvětové činnosti vzrůstá zejména v době, kdy probíhá reálný válečný konflikt mezi Ukrajinou a Ruskou federací, v rámci, něhož je neustále zmiňována realita použití ZHN ve všech jejich formách. Konkrétní prolnutí osvětové činnosti by mělo být aplikováno do školních vzdělávacích programů, které by měly být touto problematikou úzce navázány na rámcové vzdělávací programy. Propagace aktuálních zjištění analyzovaných, diskutovaných a statistickými metodami podpořených v této práci, by mohla sloužit

jako základní východisko pro tvorbu cíleně zaměřených mediálních kampaní, které by velmi pravděpodobně pozitivně přispěly k zájmu o dané téma. Vzhledem ke komunikačním možnostem dnešní doby je až zarážející, že v naší republice neexistuje internetová platforma, či obdobný nástroj pro implementaci obdobných témat. Ke zlepšení stavu navrhuji propojit zainteresované bezpečnostní, obranné a vzdělávací instituce, které by na základě společného úsilí propojily nejnovější vědecké poznatky s požadavky na vzdělávání, a poskytly tak jednotnou platformu pro získání relevantních a ověřených informací. Je možné se oprávněně domnívat, že v případě, že by takovýto portál existoval, lidé si na základě aktuálního vývoje bezpečnostní situace v blízkosti hranic ČR sami najdou cestu k informačním zdrojům. Cesta k nim by mohla být vedena i na základě již zmíněných propagačních cestou informačních kampaní.

Dalším podnětem pro případné zlepšení současného stavu vnímání biologických zbraní by se také mohlo stát pojetí biologických zbraní v mezinárodním měřítku. Z dosažených výsledků jednoznačně vyplývá, že lidé obecně nechovají důvěru vůči mezinárodním dohodám, což jen podněcuje míru strachu a nejistoty, která ve společnosti panuje. Na základě tohoto přesvědčení navrhuji, aby odpovědné orgány na úrovni veřejné správy přišly s kvalitními návrhy, jak takovou situaci zlepšit. Pomoci by mohlo dílčí zpřísnění nejenom pravidelných kontrol, ale také například zavedení bezprecedentních represí pro instituci (stát), který by dohodu porušil.

Věřím, že tato práce a její výsledky by se mohly stát impulzem pro zvýšení zájmu o problematiku biologických zbraní. Domnívám se, že práce poskytuje čtenáři základní ucelený vhled do problematiky zejména se zaměřením na to, co biologické zbraně jsou, jak jsou chápány, na jakém principu fungují, jaká je jejich historie a vnímání v mezinárodním měřítku. I z tohoto důvodu by tato bakalářská práce mohla být využita k výukovým účelům.

Ve své práci se mi povedlo splnit vytyčené cíle a zpracovat tak kvalitní bakalářskou práci, která dává svými výsledky spoustu podnětů pro další výzkum v problematice biologických zbraní a jejich obecného vnímání.

(METODOLOGIE) Problematika analýzy pohybové aktivity osob se spinální lézí je v České republice na okraji vědeckého zájmu. Článek byl vytvořen za účelem vytvoření představy o různých typech a možnostech analýzy pohybové aktivity osob se spinální lézí.

Výsledky této studie jsou důležité pro kritické a objektivní uchopení problematiky kvality života a aktivního životního stylu osob s transversální míšní lézí z pohledu vzdělávání odborných



pracovníků v oblasti aplikovaných pohybových aktivit a rozvoji pedagogických kompetencí pracovníků fyzioterapie (Smékal, Verellen, & Kudláček, 2011).

V současné době byl zakoupen Katedrou aplikovaných pohybových aktivit na Fakultě tělesné kultury, Univerzity Palackého v Olomouci od McMaster University, Hamilton, Kanada dotazník The Physical Activity Recall Assessment for People with Spinal Cord Injury (PARA-SCI). Dotazník bude v nejbližší době přeložen a standardizován pro potřeby výzkumu zabývajícího se vlivem množství pohybové aktivity na kvalitu života osob se spinální lézí.

Katedra aplikovaných pohybových aktivit dále zahájila spolupráci s prof. Martin Ginis a jejím centrem SCI Action Canada (<http://sciactioncanada.ca/>). Prvotním cílem je přeložení Physical Activity Guidelines for Adults with SCI do českého jazyka. Tato spolupráce si dále klade za cíl podpořit rozvoj aktivního životního stylu osob s transversální míšní lézí v České republice.

## SOUHRN

Bakalářská práce se zabývá historií a současností jaderných zbraní a je rozdělena na teoretickou a praktickou část, přičemž obě tyto části pojednávají o vývoji a problematice jaderných zbraní.

Teoretická část představuje jakýsi úvod do světa jaderných zbraní, kdy byly vymezeny základní pojmy s nimi spjaté. Byly popsány funkce a principy jaderných zbraní, byla uvedena typologie jaderných zbraní a jejich účinky, byly zmíněny nosiče jaderných zbraní, a především bylo pojednáno o historii jaderných zbraní do roku 1990. V této části bylo také pojednáno o prvním jaderném testování a o dvou jediných bojových použitích jaderných zbraní. V závěru teoretické části byly uvedeny nejznámější a nejdůležitější dohody, jež limitují jaderné zbrojení a byly zmíněny historické jaderné krize.

V praktické části bylo cílem pojednat o jaderném zbrojení po roce 1990 za pomoci systematického rešeršního šetření. Dále byly na základě rešerše rozebrány a diskutovány současné vývojové trendy jaderných zbraní a bylo uvedeno, zda jednotlivé jaderné mocnosti respektují jaderné právo a jak k němu přistupují.

V kapitole výsledky jsou uvedeny získané souhrnné informace, jež mají za účel především ilustrativně informovat čtenáře o vývoji počtů jaderných zbraní v průběhu let, o počtech jaderných testů a o jaderných schopnostech států, včetně nosičů, jež se nachází v jejich aktivní výzbroji.

V kapitole diskuse jsou dle států vždy rozebrány jejich jaderné ambice, finanční situace, jaderné arzenály, strategie, modernizace, kontrola jaderného zbrojení a další zásadní informace. Pojednáním o jaderných zbraních v kapitole diskuse se naplnil cíl bakalářské práce.

## **SUMMARY**

The bachelor's thesis deals with the history and present of nuclear weapons and is divided into a theoretical and a research part, both of which deal with the development and issues of nuclear weapons.

The theoretical part represents a kind of introduction to the world of nuclear weapons, when the basic concepts related to them were defined. The functions and principles of nuclear weapons were described, the typology of nuclear weapons and their effects were presented, the carriers of nuclear weapons were mentioned, and above all, the history of nuclear weapons up to 1990 was discussed. This section also discussed the first nuclear test and the two only combat uses of nuclear weapons. At the end of the theoretical part, the most famous and most important agreements limiting nuclear weapons were presented and historical nuclear crises were mentioned.

In the research part, the goal was to discuss nuclear weapons after 1990 with the help of a systematic research. Further, based on the research, the current development trends of nuclear weapons were analyzed and discussed, and it was stated whether the individual nuclear powers respect nuclear law and how they approach it.

In the results chapter, the obtained summary information is presented, the main purpose of which is to inform readers illustratively about the development of the number of nuclear weapons over the years, about the number of nuclear tests and about the nuclear capabilities of states, including the carriers that are in their active arsenal.

In the discussion chapter, according to the states, their nuclear ambitions, financial situation, nuclear arsenals, strategies, modernization, control of nuclear weapons and other essential informations are always discussed. The aim of the bachelor's thesis was fulfilled by discussing nuclear weapons in the discussion chapter.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- Arnold, L. (2001). *Britain and the H-Bomb*. London: Palgrave Macmillan.
- Attlee, C. R. (1954). *As it Happened*. London: William Heinemann.
- Beneš, P., Pumpr, V., & Banýr, J. (2021). *Základy chemie 1* (4. upravené vydání). Praha: Fortuna.
- Benešová, M., & Satrapová, H. (2002). *Odmaturuj! z chemie*. Brno: Didaktis.
- Barnaby, F., & Holdstock, D. (Eds.). (2003). *The British Nuclear Weapons Programme 1952-2002*. Routledge.
- Blackett, P. M. S. (1949). *Fear, War and the Bomb*. New York: Whittlesey House.
- Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023). *Intermediate-Range Nuclear Forces Treaty*. *Encyclopedia Britannica*. Retrieved from <https://www.britannica.com/event/Intermediate-Range-Nuclear-Forces-Treaty>
- Bříza, V. (2010). *Kontrola, regulace a úprava jaderného zbrojení*. Praha: Karolinum.
- Bührke, T. (1999). *Převratné objevy fyziky: od Galileiho k Lise Meitnerové*. Praha: Academia.
- Chansoria, M. (2014). *Nuclear China: A Veiled Secret*. New Delhi: KW Publishers Private.
- Cochran, T. B., Norris, R. S., & Bukharin, O. A. (1995). *Boulder*: Westview Press.
- Červinková, I. (2017). *Možnosti zlepšení obrazu a redukce dávky při CT vyšetření*. Disertační práce, Masarykova univerzita, Lékařská fakulta, Brno.
- Diamond, H. (1998). Crisis in South Asia: India Conducts Nuclear Tests; Pakistan Follows Suit. *Arms Control Today*, 28(4), 22–23, 27.
- Dienstbier, Z. (2010). *Hirošima a zrod atomového věku: cesta od atomových zbraní k nukleární medicíně a jaderným elektrárnám*. Praha: Mladá fronta
- Dušek, J., & Píšala, J. (2006). *Jaderné zbraně*. Brno: Computer Press.
- Fremuth, F. (1981). *Účinky záření a chemických látek na buňky a organismus*. Praha: SPN.
- Geller, D. S. (2003). Nuclear Weapons and the Indo-pakistani Conflict: Global Implications of a Regional Power Cycle. *International Political Science Review*, 24(1), 137-150. doi: 10.1177/0192512103024001009

- Greenwood, T. (1975). *Making the MIRV: a study of defense decision making*. Cambridge, Mass: Ballinger Pub. Co.
- Groves, L. M. (1983). *Now It Can Be Told: The Story of Manhattan Project*. New York: Da Capo Press.
- Hačija, M. (1956). *Deník z Hirošimi*. Praha: Svobodné slovo.
- Hans M. Kristensen & Matt Korda (2022) Russian nuclear weapons, 2022, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 78:2, 98-121, DOI: 10.1080/00963402.2022.2038907
- Hans M. Kristensen & Matt Korda (2019) French nuclear forces, 2019, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 75:1, 51-55, DOI: 10.1080/00963402.2019.1556003
- Hans M. Kristensen & Matt Korda (2022) Indian nuclear weapons, 2022, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 78:4, 224-236, DOI: 10.1080/00963402.2022.2087385
- Hans M. Kristensen & Matt Korda (2022) Israeli nuclear weapons, 2021, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 78:1, 38-50, DOI: 10.1080/00963402.2021.2014239
- Hans M. Kristensen & Matt Korda (2021) Pakistani nuclear weapons, 2021, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 77:5, 265-278, DOI: 10.1080/00963402.2021.1964258
- Holloway, D. (1994). *Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy 1939-1956*. New Heaven & London: Yale University Press.
- Houellebecq, M. (2007). *Elementární částice*. Praha: Garamond.
- Hunt, C. D. (1977). Canadian Policy and the Export of Nuclear Energy. *The University of Toronto Law Journal*, 27(1), 69-104. doi: 10.2307/825559
- Iožryš, A. I., Morocho, I. D., & Ivanov, S. K. (1984). *A-bomba*. Praha: Svoboda.
- Jungk, R. (1963). *Jasnější než tisíc sluncí: Osudy atomových vědců*. Praha: Mladá fronta.
- Kamath, P. M. (1999). Indian Nuclear Tests, Then and Now: An Analysis of US and Canadian Responses. *Strategic Analysis*, 23(5), 749 - 762.
- Khan, F. (2012). *Eating Grass: The Making of the Pakistani Bomb*. Stanford: Stanford University Press.

- Klener, V. (Ed.). (2000). *Principy a praxe radiační ochrany*. Praha: Státní úřad pro jadernou bezpečnost.
- Kohl, W. L. (1972). *French Nuclear Diplomacy*. New Jersey: Princeton University Press.
- Kroulík, J., & Růžička, B. (1985). *Vojenské rakety*. Praha: Naše Vojsko.
- Kupka, K., Kubinyi, J., & Šámal, M. (2015). *Nukleární medicína* (6. vydání). Praha: P3K.
- Kusano, N. (1953). *Atomic Bomb Injuries*. Tokio: Tsukiji Shokan Company.
- Lewis, J. W., & Litai, X. (1988). *China Builds the Bomb*. Stanford: Stanford University Press.
- Lovérini, M. J. (1996). *L'atome, de la recherche à l'industrie: le Commissariat à l'énergie atomique*. Paris: Gallimard.
- Matoušek, J., Österreicher, J., & Linhart, P. (2007). *CBRN: jaderné zbraně a radiologické materiály*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství.
- McDougal, M. S. (1955). The Hydrogen Bomb Tests and the International Law of the Sea. *American Journal of International Law*, 49(3), 356 - 361. doi: 10.2307/2194865
- Nichols, T., Stuart, D., & McCausland, J. D. (2012). *Tactical Nuclear Weapons and NATO*. Carlisle: Strategic Studies Institute, U.S. Army War College.
- Norris, R. S., & Arkin, W. M. (1998). Known Nuclear Tests World Wide, 1945-98. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 54(4), 65-67. Retrieved from [https://books.google.cz/books?id=sgsAAAAAMBAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.cz/books?id=sgsAAAAAMBAJ&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Norris, R. S., & Kristensen, H. M. (2015). Chinese Nuclear Forces, 2010. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 66(6), 134 -141. doi: 10.1177/0096340210387046
- Österreicher, J., & Vávrová, J. (2003). *Přednášky z radiobiologie*. Praha: Manus.
- Perkovich, G. (1999). *India's Nuclear Bomb: The Impact on Global Proliferation*. Berkeley: University of California Press.
- Perry, W. J., & Collina, T. Z. (2020). *The Button: The New Nuclear Arms Race and Presidential Power from Truman to Trump*. Dallas: BenBella.
- Pitschmann, V. (2005). *Jaderné zbraně: nejvyšší forma zabíjení*. Praha: Naše vojsko.

- Roser, M., Herre, B., & Hasell, J. (2013). Nuclear Weapons. OurWorldInData. Retrieved from <https://ourworldindata.org/nuclear-weapons>
- Tůma, M. (2009). *Mírové využívání jaderné energie, nešíření jaderných zbraní a jaderné odzbrojení*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů.
- Tůma, M. (2014). *Jak dál v jaderném nešíření a odzbrojování*. Praha: Ústav mezinárodních vztahů.
- Rhodes, R. (1986). *The Making of Atomic Bomb*. Touchstone.
- Rhodes, R. (1995). *Dark Sun: The Making of the Hydrogen Bomb*. New York: Simon & Schuster.
- Sankaran, J. (2014). Pakistan's Battlefield Nuclear Policy: A Risky Solution to an Exaggerated Threat. *International Security*, 39(3), 118–151. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/24480763>
- Slouka, V. (1959). *Biologické účinky záření*. Praha: Orbis.
- Stockholm International Peace Research Institute (1991). *SIPRI Yearbook 1991: World Armaments and Disarmament*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <https://www.sipri.org/yearbook/1991>
- Stockholm International Peace Research Institute (1992). *SIPRI Yearbook 1992: World Armaments and Disarmament*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <https://www.sipri.org/yearbook/1992>
- Stockholm International Peace Research Institute (2010). *SIPRI Yearbook 2010: Armaments, Disarmament and International Security*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <https://www.sipri.org/yearbook/2010>
- Stockholm International Peace Research Institute (2020). *SIPRI Yearbook 2020: Armaments, Disarmament and International Security*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <https://www.sipri.org/sites/default/files/2016-03/SIPRIYB10summary.pdf>
- Stockholm International Peace Research Institute (2021). *SIPRI Yearbook 2021: Armaments, Disarmament and International Security*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved from <https://www.sipriyearbook.org/view/9780192847577/sipri-9780192847577.xml>

- Stockholm International Peace Research Institute (1978). *Tactical Nuclear Weapons: European Perspectives*. Taylor & Francis.
- Švejdar, V. (2018). *Kapalinová chromatografie v analýze nitrosloúčenin*. Bakalářská práce, Univerzita Pardubice, Fakulta chemicko-technologická, Pardubice.
- Tkacik, M. (2010). Pakistan's Nuclear Weapons Program and Implications for US National Security. *International Relations*, 24(2), 175-217. doi: 10.1177/0047117809366202
- United Kingdom nuclear weapons, 2021, Bulletin of the Atomic Scientists, 77:3, 153-158, DOI: 10.1080/00963402.2021.1912309
- Weisgall, J. M. (1996). Operation Crossroads: The Atomic Tests at Bikini Atoll. *Pacific Affairs*, 69(3), 453. doi: 10.2307/2760965
- Werrell, K. P. (1985). *The Evolution of the Cruise Missile*. Alabama: Air University Press.
- Wood, A. (2016). *Nuclear Weapons*. New York: Rosen Publishing.
- Zuberi, M. (1999). Operation crossroads: Meeting the bomb at close quarters. *Strategic Analysis*, 22(11), 1667-1679. doi: 10.1080/09700169908458912