

Jaderné zbraně

M. Lovecký, B. Vítovec, M. Plachý
Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Břehová 7, 115 19 Praha 1
Martin.Lovecky@volny.cz

Abstrakt:

Jaderné zbraně představují neustálou hrozbu pro naši civilizaci i po skončení studené války. Náš příspěvek obsahuje stručné shrnutí historického vývoje jaderných zbraní ve světě, jejich účinků na přírodu, objasnění funkčních principů a také pohled na současný počet aktivních jaderných zbraní.

1 Historie

Prvním státem, který se pokoušel o výrobu jaderných zbraní, bylo nacistické Německo. Neuspělo, jednak z důvodu nedostatku surovin, ale také z důvodu upřednostnění vývoje jiných zbraní použitelných v kratším časovém horizontu. Většina jaderných fyziků a chemiků z celé Evropy emigrovala do Spojených států, kde byla pod vedením Roberta Oppenheimera vyrobena, v rámci projektu Manhattan, první jaderná bomba. Plutoniová nálož Gadget byla odpálena 16. července 1945 ve střelnici White Sands u Alamogorda v Novém Mexiku. Bombardování japonských měst Hirošimy a Nagasaki v srpnu 1945 sice ukončilo světovou válku, ale brzy začala studená válka a závody ve zbrojení. Sovětský svaz úspěšně otestoval svoji první jadernou bombu 29. srpna 1949 na střelnici Semipalatinsk v nynějším Kazachstánu. V rámci operace Ivy byla 1. listopadu 1952 na atolu Eniwetok na Marshallových ostrovech odpálena bomba Mike se sekundární částí Sausage, využívající termonukleární reakce. 60-ti tunový agregát byl umístěn v betonové krychli naplněné 1000 litry kapalného deuteria, jeho napojení na složitý chladicí mechanismus ale podle některých pramenů ubírá prvenství ve výrobě první vodíkové bomby ve prospěch Sovětského svazu. V pořadí čtvrtý sovětský jaderný test, tentokrát termonukleární, se uskutečnil 12. srpna 1953 na základně v Semipalatinsku. Jednalo se o první vojensky použitelnou termonukleární zbraň v dějinách, ačkoliv mohutností 400 kt se nevyrovnala americkému testu Mike o mohutnosti 10,4 Mt. V letech 1945–1998 provedly Spojené státy celkem 1030 testů (z toho 215 atmosférických), Sovětský svaz 715 testů (z toho 219 atmosférických), Francie 210 testů (z toho 50 atmosférických), Čína a Velká Británie po 45.

Do skupiny jaderných mocností se řadí tyto země (s datem prvního testu): Spojené státy (16. července 1945), Rusko (29. srpna 1949), Velká Británie (3. října 1952), Francie (13. února 1960) a Čína (16. října 1964). Dalšími vlastníky jaderných zbraní jsou Indie (11. května 1998), Pákistán (28. května 1998) a KLR (9. října 2006). Jihoafrická republika se svých jaderných zbraní vzdala roku 1991. V té době vlastnila nejen 6 náloží, které obsahovaly po 50 kilogramech uranové štěpné náplně, ale také 400 kilogramů vysoce obohaceného uranu vhodného pro výrobu jaderné munice. Jihoafrická republika se stala zatím jedinou zemí, která se vzdala práva na vlastnictví jaderných zbraní. Izrael praktikuje politiku „nukleární

neprůhlednosti“ - vlastnictví jaderných zbraní nikdy nepotvrdil, ani nevyvrátil. Írán v současnosti staví centrifugy na obohacování uranu a pravděpodobně bude schopen v blízké budoucnosti jaderné zbraně zkonstruovat.

V 60. letech se objevili první pokusy o omezení závodů ve zbrojení. Roku 1963 byla podepsána Smlouva o zákazu jaderných zkoušek v atmosféře, na zemském povrchu a pod vodou – povoleny zůstaly podzemní testy, ale Francie ani Čína se ke smlouvě nepřipojili. Roku 1968 následovala Smlouva o nešíření jaderných zbraní, dosud nepodepsaná Kubou, Izraelem, Pákistánem a Indií. Smlouvy SALT ze 70. let a smlouvy START z let 90. mezi Spojenými státy a Sovětským svazem (později Ruskem) znamenaly konec závodů ve zbrojení a snížení stavů strategických jaderných sil, byly zavedeny limity pro zbraně typů SLBM (Submarine-Launched Ballistic Missiles), ICBM (Intercontinental Ballistic Missiles) a MIRV (Multiple Independently Targetable Re-entry Vehicle). Roku 1996 byla podepsána Smlouva o úplném zákazu jaderných zkoušek. Povoleny zůstaly podkritické zkoušky, jejichž výsledky jsou však schopni zpracovat pouze Spojené státy a Rusko. Bohužel, některé státy smlouvy nepodepsaly.

2 Typy jaderných bomb

Dva základní typy štěpných jaderných zbraní jsou explozivní a implozivní. První typ, explozivní, představuje poněkud jednodušší řešení, založené na použití dvou podkritických množství U-235. Jedna z těchto částí fungovala jako projektil, který se odpálí proti druhé části jako proti cíli, čímž vznikne nadkritické množství a dojde k jadernému výbuchu. Tento typ byl použit například u nálože Little Boy, použité 6. srpna 1945 v Hirošimě. 4100 kg bomba obsahovala 64,1 kg uranu, což je 2,4 násobek kritické hmotnosti. Uran byl vysoce obohacený – 50 kg bylo obohaceno na 89% izotopu U-235, zbytek uranu byl obohacen na 50% izotopu U-235. Vzhledem k jednodušší konstrukci nebyla uranová bomba testována předem.

Druhý navržený princip byl založen na použití dvou polokoulí podkritického množství plutonia, které se spojí do jediné duté koule a obloží se konvenční náloží. Nadkritické množství vznikne stlačením plutoniové koule v důsledku odpálení konvenčních náloží. Protože při výbuchu se bomba zákonitě rozletí včetně štěpného materiálu, musí mít pevný plášť, který tento okamžik oddálí. Rovněž musí mít reflektor neutronů, který unikající částice vrací zpět směrem ke štěpné náplni. Implozivní typ byl použit u prvního jaderného výbuchu, nálože Gadget. Tato plutoniová bomba vážila celkem 2500 kg a obsahovala 6,2 kg Pu-239. Mohutnost výbuchu byla 20 kt TNT (pro porovnání: největší klasické bomby Grand Slam shazované britskými bombardéry Lancaster měly mohutnost maximálně 10 t TNT). Podobná konstrukce byla použita i u nálože Fat Man, použité 9. srpna 1945 v Nagasaki.

Největší nároky byly kladeny na přesné zjištění nadkritického množství jaderných výbušnin. Kritické množství uranu bylo stanoveno experimentálně v laboratorních podmínkách. V případě plutonia se dalo kritické množství definitivně zjistit jen pokusným výbuchem. Dnes víme, že typická malá jaderná nálož obsahovala asi 8 kilogramů plutonia, později bylo toto množství redukováno na 4 kilogramy. Někteří američtí vědci se ovšem domnívají, že při správné konstrukci nálože lze stejný efekt docílit i s jedním kilogramem plutonia. V porovnání s plutoniem je kritické množství uranu trojnásobné až desetinásobné podle použité metody detonace.

Termonukleární (vodíková) bomba byla vyvíjena podle dvou projektů, Super a Alarm Clock. Super byl model termonukleární bomby na bázi deuteria zapáleného U-235. Tato koncepce byla zdokonalena přidáním tritia, které má nižší iniciační teplotu. Alarm Clock byl

založen na zavedení střídajících se sférických vrstev štěpného materiálu a termonukleární náplně ne bázi deuteria, tritia a později i pevného deuteridu lithia s obsahem izotopů Li-6 a Li-7. Koncepce navíc počítala se zesíleným štěpením – s využitím rychlých neutronů uvolněných termonukleární reakcí ke štěpení za normálních podmínek neaktivního materiálu jako je U-238. Zdokonalením obou projektů vznikl tzv. Ulam-Tellerův princip – konstrukce dvojstupňové termonukleární zbraně, jejíž první stupeň tvoří klasická jaderná bomba a druhý stupeň termonukleární nálož s centrálně umístěnou štěpnou náplní jako zapalovačem.

Nejnovějším typem jaderné zbraně je tzv. neutronová bomba, upravená termonukleární bomba s vyšším radiačním účinkem, určená k použití v městech. Výtěžek neutronů se kromě přítomnosti kalifornia dále zvyšuje zavedením speciálního obalu munice s obsahem berylia, bóru nebo bizmutu. Až 50% energie výbuchu se uvolní ve formě pronikavé radiace, kde podíl neutronového záření převyšuje podíl elektromagnetického záření gama, které má 10x nižší relativní biologickou účinnost. Neutrony mohou navíc vyvolat trvalé změny charakteristik polovodičů nebo jejich destrukci. Ostatní ničivé parametry jaderného výbuchu neutronové munice jsou sice potlačeny, ale nelze je zanedbat.

3 Účinky jaderného výbuchu

Ničivé faktory jaderného výbuchu jaderné zbraně jsou světelné záření, pronikavá radiace (radioaktivní záření vycházející z místa výbuchu jaderné zbraně), tlaková vlna a radioaktivní zamoření terénu. Světelné záření může způsobit zuhelnatění, roztavení nebo vznícení různého materiálu, popáleniny nekrytých částí těla a dočasné oslnění u nechráněných osob.

Radioaktivní záření z pronikavé radiace i radioaktivního zamoření působí ničivě na živé buňky a tak vyvolává nemoc z ozáření. Při dlouhém styku radioaktivních látek s kůží nebo se sliznicemi mohou vzniknout popáleniny a rány. Při vdechnutí prachu obsahujícího radioaktivní látky se tyto látky dostávají do plic a odtud do krve. Velká část radioaktivních látek je v průběhu 2–3 dnů z organismu odstraněna, ale některé radioizotopy se usazují v kostech, ledvinách a jiných orgánech, kde vyvolávají nádory.

Působením tlakové vlny dochází k silnému pohmoždění celého organismu, krvácení z nosu a uší, komplikovaným zlomeninám končetin a sekundárně k poranění letícími úlomky zničených budov a jiných staveb, střepinami skla. Světelné záření může osobám způsobit popáleniny. Účinku světelného záření jsou nejvíce vystavena nezakrytá místa těla - ruce, obličeje a krk. Dochází i ke ztrátě zraku.

Účinek atomových úderů na města Hirošima a Nagasaki:

	Hirošima	Nagasaki	Celkem
Počet obyvatel	225 000	195 000	450 000
Zóna zničení, km ²	12	4,8	16,8
Počet mrtvých a nezvěstných	70 000	36 000	106 000
Počet raněných	70 000	40 000	110 000

4 Současnost

Počet aktivních jaderných zbraní se neustále snižuje, největší úbytek nastal na počátku devadesátých let minulého století. Podle zdroje [1] měly Spojené státy v roce 1998 k dispozici 7982 strategických jaderných hlavic, z toho 2451 interkontinentálních typu ICBM. Podle zdroje [2] je tento počet (v roce 2006) 5736 kusů. Podle zdroje [1] disponovala Ruská federace v roce 1998 celkem 6674 strategickými jadernými hlavicemi, z toho 3630 interkontinentálních typu ICBM. Zdroj [2] počet neuvádí. Pro srovnání, během studené války měly Spojené státy přes 30 000 a Sovětský svaz dokonce přes 40 000 aktivních jaderných zbraní. Ostatní státy disponují značně menším počtem jaderných zbraní, řádově několika stovkami.

Nukleární válka byla nejbližší k realitě během studené války, ale ani dnes není toto riziko menší. Severní Korea vyrobila svou první jadernou bombu a spekuluje se o propojení jejího režimu s teroristickými organizacemi, které by byli schopny použití jaderných bomb. Navíc Japonsko uvažuje o sestrojení své jaderné bomby jako odstrašujícího prostředku a hrozí tak nové závody ve zbrojení.

Poděkování

Chtěli bychom poděkovat Ing. Vojtěchu Svobodovi, CSc. za zorganizování fyzikálního semináře.

Reference:

- [1] J. Pitschmann, *Jaderné zbraně: Nejvyšší forma zabíjení*, Naše vojsko, 2005.
- [2] Current U.S. Nuclear Forces,
<http://nuclearweaponarchive.org/Usa/Weapons/Nukeforce.html> (7.11.2006).
- [3] Globální jaderné síly,
http://www.bbc.co.uk/czech/specials/1117_global_nuclear/page4.shtml (4.12.2006).