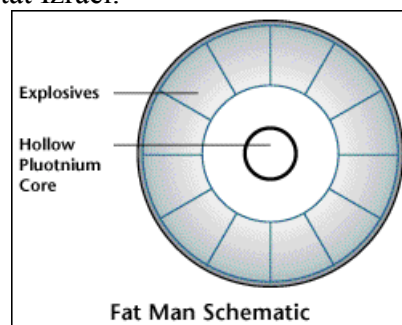
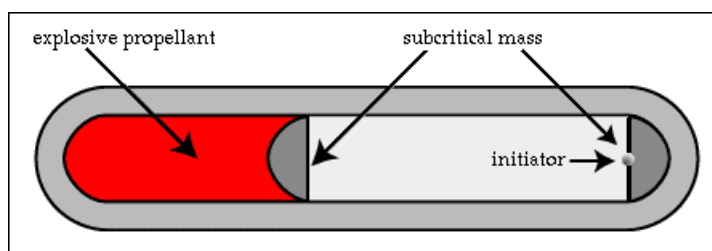


# DOKÁZALI BYSTE UDĚLAT PO DOMÁCKU ATOMOVOU BOMBU?

*Radek Kovář, Petra Nyklová, Milena Štolbová, Martin Hamrle\*, Jiří Dvořák\*, Tomáš Sankot\**  
Gymnázium Havířov, ul. Komenského  
\*Gymnázium Pelhřimov, ul. Jirsíkova

## I. ÚVOD

Počátkem minulého století se začaly rozvíjet představy o stavbě atomu. Nejprve byl objeven elektron a popsána stavba elektronového obalu, později byla zjištěna existence protonu - atomového jádra. Neutron, částice v atomovém jádře bez el. náboje, byl objeven až v roce 1932 (zjištění jeho přítomnosti se musí provádět nepřímo). Tím se rozpoutaly úvahy o jeho vlastnostech a možnostech využití pro lidstvo. Koncem 30. let se v Německu přišlo na to, že atomová jádra těžkých prvků např. uranu lze štěpit a že neutrony hrají v tomto procesu zásadní roli. Příčinou je jeho neutrální náboj, dobře tedy proniká do atomových jader a díky své vysoké hmotnosti a ostatním specifickým vlastnostem může způsobit štěpení. Čím má menší rychlost, tím je větší pravděpodobnost srážky s atomovým jádrem. Při štěpení se uvolňuje velké množství energie, čehož se politici a vědci od začátku války snažili využít k sestrojení bomby. V roce 1942 byl v Chicagu spuštěn první jaderný reaktor (Enrico Fermi). Po první řízené reakci byla vyrobena v roce 1945 první atomová bomba v Los Alamos (Nové Mexiko). Její zkouška proběhla v 16. července 1945 v poušti Nevada a v srpnu už atomové bomby Little Boy a Fat Man srovnaly se zemí Hirošimu a Nagasaki. V Sovětském svazu byla zkonstruována atomová bomba až po válce v roce 1949. Vodíková bomba, využívající místo štěpení těžkých jader slučování lehkých, byla vyvinuta v roce 1952 v USA a o rok později i v Sovětském svazu. Tím se tyto země staly prvními jadernými velmocemi. V 50. a 60. se k nim přidaly také Velká Británie, Francie a Čína, neoficiální jaderné velmoci jsou i Indie a Pákistán. O výrobu této zbraně se naštěstí neúspěšně snaží některé rozvojové státy jako Irák, Irán, Severní Korea a další. Jadernou zbraň měla Jihoafrická republika a pravděpodobně ji vlastní i stát Izrael.



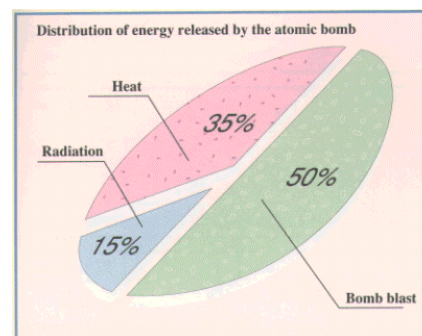
## II. PRINCIP A VÝROBA JADERNÉ PUMY

Základem atomové bomby je dostatek štěpného materiálu, a to pokud možno v čisté formě. Každá příměs vede k tlumení reakce. Jako štěpný materiál se může použít uran izotop 235 nebo plutonium 239. V jaderných zbraních se narozdíl od většiny elektráren nepoužívá moderátor, štěpení probíhá s neutrony, které mají stejnou energii, s jakou se při štěpení uvolňují. Nepřítomnost moderátoru má dvojí význam. Jednak se tím výrazně zvýší rychlost reakce a jednak dochází k reakci v menším prostoru. Tyto výhody jsou vykoupeny větším množstvím paliva a jeho čistotou.

Samotné sestavení bomby není také nijak triviální. Základní věc, které chceme dosáhnout, je nechat dostatečně dlouho probíhat reakci, aby se uvolnilo co nejvíce energie. Kdybychom nechali pouze nadkritické množství u sebe, tak by byla reakce velmi brzy přerušena – rozprášena do okolí bez výraznějšího efektu (pouze ozáření blízkého okolí).

Při přepravě bomby musíme udržet podkritické množství a až na místě plánovaného výbuchu rozběhnout štěpnou řetězovou reakci tj. shromáždit nadkritické množství. Toho se zpravidla dosáhne odpálením náloží, které výbuchem smrští podkritická množství do sebe.

Snažíme se uvolnit co nejvíce energie v co nejkratším čase. Na začátku výbuchu musí reakci (kvůli síle a rychlosti rozběhnutí) iniciovat obrovský zdroj neutronů z neutronového děla. Samo o sobě by se reakce dlouho neudržela, první uvolněná energie by způsobila expanzi nálože a zastavení řetězové reakce, a proto se použije pevný obal, jenže obal sám o sobě také není dostatečně pevný, a tak mu pomůže sada výbuchů, které co nejdéle udrží reakci v běhu. Co nejdéle znamená v praxi asi zlomky sekundy. Pak se uvnitř zadržovaná energie uvolní do okolí. Vznikne známý hřib, dostaví se záblesk záření a tlaková vlna. Nejvíce energie se projeví ve formě tlakové vlny, záření a tepla. Všechn materiál není zdaleka využit ke štěpení, pouze několik procent štěpného materiálu je rozštěpeno a tak z něj uvolněna energie. Zbytek je následně rozprášen do okolí.



### Základní komponenty na výrobu atomové bomby

Při výrobě jaderné bomby se nejvíce používají  $^{235}\text{U}$  a  $^{239}\text{Pu}$ .  $^{235}\text{U}$  se nachází volně v přírodě, ovšem v uranové rudě je ho velice malé množství, je nutné provést jeho obohacení. S plutoniem už je to horší. Plutonium se totiž vyrábí z produktu atomové reakce v reaktorech jaderných elektráren a tato výroba je velmi nákladná a složitá. Základní reakcí jaderné bomby je reakce volného neutronu s jednou z těchto dvou látek. Produkty této reakce jsou dva štěpné produkty, dva nebo tři neutrony a energie. U vodíkové bomby se používá reakce deuteria s tritiem za vzniku helia, neutronů a velkého množství energie.

Postup při výrobě bomby je tedy následující :

- a) Získání štěpných materiálů
  - těžba uranové rudy, separace uranu a získání štěpitelného materiálu
  - U235 - příroda 0,71%, nutné obohacení
  - Pu239 - nutná výroba v reaktoru a následná separace z vyhořelého paliva
- b) rozdělení na podkritická množství a instalace v zařízení bomby
- c) výroba neutronového děla
- d) výroba a instalace velice přesné rozbušky

## III. TYPY JADERNÝCH PUM

### 1.klasická jaderná puma (štěpná puma, A-bomb, U-bomb)

Je založena na štěpné řetězové reakci cílené tak, aby se uvolnilo maximum energie v malém objemu a výbuch tak byl co nejsilnější. Základem jaderné bomby je dostatečné množství štěpného materiálu v co nejméně ztrátivé formě (příměsí zpomalují reakce a vedou ke ztrátě neutronů). Používají se především izotopy  $^{235}\text{U}$  a  $^{239}\text{Pu}$ , v menší míře pak také  $^{233}\text{U}$ . Nejlépe se štěpí  $^{239}\text{Pu}$  a  $^{233}\text{U}$ , které se v přírodě nevyskytují a musejí se vyrábět. Naopak  $^{235}\text{U}$  se štěpí hůře, ale v přírodě se v malém množství nachází.  $^{238}\text{U}$ , který je v přírodě nejhojnější, je pro jaderné štěpení nepoužitelný, protože neutrony pohlcuje a neštěpí se (stává se z něj jiný izotop).

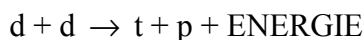
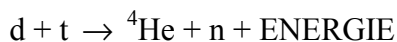
Kritické množství je množství, které v optimální geometrii (v tomto případě kulové) dokáže udržet samovolnou štěpnou řetězovou reakci. Toto množství je pro  $^{239}\text{Pu}$  4,5-10kg, pro  $^{235}\text{U}$  12,5-40kg (záleží na čistotě a na stupni obohacení).

V bombě jsou skladována pouze množství o něco menší než malá (tzv. „podkritická množství“) a jsou od sebe oddělena (aby se zabránilo explozi). Pro sestavení „dobré“ bomby je tedy nutné zařízení, které v daném okamžiku (velmi náročném na přesnost - řádově  $10^{-6}$  s) přiblíží všechna podkritická množství (nejčastěji 6) k sobě tak, aby vznikla nadkritická soustava. V tomto okamžiku se reakce spustí. Pro množství energie je však rozhodující doba, po kterou může reakce působit. Proto se používá neutronové dělo, které zvýší počáteční počet neutronů a další přesně načasované nálože, které zajistí, aby nadkritické množství bylo pospolu co nejdelší dobu a štěpná reakce se mohla co nejvíce rozvinout. I při optimálním uspořádání trvá reakce zlomek sekundy, ale uvolní ohromné množství energie, která se projeví především jako tlaková vlna, záření a teplo. Účinky se měří v tunách TNT, maximum je cca 50-100 kt TNT.



## 2.termojaderná puma (fúzní, slučovací bomba, H-bomb, vodíková puma)

U tohoto typu se uvolňuje mnohem větší množství energie, jejíž hlavní část pochází z termojaderné reakce (fúze). Konstrukčně jde o klasickou štěpnou pumu, která představuje zdroj energie pro zahájení termojaderné fúze (reakce probíhající např. ve hvězdách), spolu s vrstvou např. hydridu a deuteridu lithného LiH a LiD (neškodně vyhlížející bílý prášek). Nejdříve je aktivována štěpná puma, jejíž energie odstartuje fúzní reakci deuteria a deuteria nebo deuteria a tritia.



Důležitá je obrovská teplota a hustota k zapálení fúzní reakce. Čím déle se kritické množství podaří udržet pohromadě a při co největším tlaku, tím lépe se fúzní reakce rozvine a tím větší množství energie se uvolní (i když stlačení trvá pouze zlomky sekundy). Ničivost je mnohonásobně vyšší než u štěpné pumy (max. 50Mt TNT).

## 3.neutronová puma

Tento typ má omezenou emisi elektromagnetického záření, ničivý účinek je směřován především proti živé síle a je zapříčiněn emisí velkého množství vysokoenergetických neutronů získaných reakcí vznikajícího ionizujícího záření s beryliovým obalem. Konstrukčně jde o menší klasickou jadernou nálož obalenou beryliovým pláštěm. Puma má snížené mechanické destruktivní účinky, dá se použít na zničení všeho živého (např. pěchoty) při zachování budov, vozidel apod.

## V. ZÁVĚR

Technologická a metodická náročnost výroby je natolik složitá a riziková, že není v silách jednotlivce, menších i větších skupin tuto zbraň po domácku vyrobit tak, jak se můžete dočíst na internetu. Problémy vznikají už při samotné těžbě materiálu, protože těžební ložiska není možno utajit. Kromě toho separace, obohacení je chemicky náročné a velmi nákladné. Možnost krádeže je prakticky nulová kvůli bezpečnostním opatřením. Vlastní technologie bomby je také velice náročná na přesnost odpalovacího zařízení. Naštěstí pro lidstvo zůstává výroba jaderné zbraně privilegiem několika málo zemí.