



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО – МАТЕМАТИЧКИ
ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ФИЗИКУ



Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

- мастер рад -

Ментор:
проф. др Душан Мрђа

Кандидат:
Срећко Илић

Нови Сад, 2013.

Захваљујем се свима који су били уз мене и помогли ми да успешно пребродим све проблеме са којима сам се сусретао током студија. Захвалност дугујем драгим професорима, породици и пријатељима, али понајвише Татјани Цвејовић, која је све ове године била тик уз мене, деливши са мном све у животу, како добро, тако и лоше.

Срећко Илић

Садржај

УВОДНА РЕЧ.....	5
1 ФИЗИЧКЕ ОСНОВЕ ИЗРАДЕ НУКЛЕАРНОГ НАОРУЖАЊА.....	6
1.1 Фисија.....	8
1.1.1 Фисиона баријера.....	9
1.1.2 Ланчана реакција	10
1.1.2.1 Развијање ланчане реакције	12
1.1.3 Критична маса	12
1.1.3.1 Критична маса голе сфере.....	13
1.1.3.2 Смањење тачке критичности	13
1.2 Фузија	14
1.2.1 Кулонова баријера и вероватноћа фузионих реакција.....	16
2 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ НУКЛЕАРНОГ НАОРУЖАЊА	18
2.1 Ретроспектива трке у нуклеарном наоружању кроз Хладни рат	22
2.2 Историјски развој интерконтиненталних балистичких ракета као значајног стратешког оружја	23
3 НУКЛЕАРНО ОРУЖЈЕ – ИНЖЕЊЕРИНГ, СПЕЦИФИКАЦИЈЕ, ПРОБЕ	25
3.1 Фисионе бомбе	25
3.1.1 Фисиона горива код А-бомби.....	27
3.1.2 Ефекти фисионих бомби	28
3.2 Термонуклеарне бомбе	29
3.2.1 Горива која користе Х-бомбе.....	30
3.2.2 Ефекти термонуклеарних бомби	30
3.3 Врсте нуклеарних пројектила	31
3.3.1 Гравитационе бомбе	32
3.3.1.1 Нуклеарне ракете типа ваздух-земља	35
3.3.2 Интерконтиненталне балистичке ракете	37
3.3.2.1 Активни и неактивни „ICBM“-ови.....	39
3.3.3 Крстареће ракете.....	40
3.3.4 Остали начини испоруке нуклеарног наоружања	41
3.4 Опис појединих бојевих глава	43
3.5 Нуклеарне пробе	45
3.6 „Прљаве бомбе“	48
4 АНАЛИЗА СТАЊА НУКЛЕАРНОГ НАОРУЖАЊА У СВЕТУ	49

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

4.1	Споразуми везани за контролу нуклеарног наоружања	49
4.1.1	Свеобухватни споразум о забрани нуклеарних проба	52
4.1.2	Билатерални споразуми између САД и Руске Федерације.....	52
4.2	Државе за које је потврђено да поседују нуклеарно наоружање	54
4.2.1	САД.....	56
4.2.2	Русија (СССР)	58
4.2.3	Велика Британија.....	59
4.2.4	Француска	60
4.2.5	Кина	61
4.2.6	Индија.....	62
4.2.7	Пакистан	63
4.2.8	Северна Кореја	65
4.3	Државе за које се сумња да поседују нуклеарно наоружање	66
4.3.1	Израел	67
4.3.2	Иран	67
4.4	Државе које су укинуле програм нуклеарног наоружања и оне које га можда развијају.....	69
4.4.1	Ирак	69
4.4.2	Аргентина	69
4.4.3	Бразил.....	70
4.4.4	Јужна Африка	70
4.4.5	Сирија	70
4.4.6	Либија.....	71
4.4.7	Бивше земље Совјетског Савеза: Украјина, Казахстан и Белорусија.....	71
4.4.8	Југославија	71
4.4.9	Тајван, Јужна Кореја и Шведска	72
5	ЗАКЉУЧАК	73
	ЛИТЕРАТУРА	76

Уводна реч

Тема овог рада свакако није из области социологије, иако, све у свему, постоје можда неки аспекти који ће имати додира са овом друштвеном науком. Ипак, узећу ту слободу да рад почнем можда и једином причом коју памтим из средње школе, а да је везана за предмет социологија. Не могу тачно да се сетим сваког детаља, али свакако је најбитнија суштина, односно оно што је „писац хтео да каже“, те се нећу оптерећивати цитатима. Наиме, у том кратком чланку су значајна открића, која су се десила у људском друштву, описана тако да стану у један дан уместо у епохе или раздобља. Тако рецимо, имамо откриће ватре, које се десило, на пример у 00:10, па следи откриће копља које је, рецимо, настало у 12:30, па даље следи откриће парне машине у 18:25. Потом се открића дешавају у све краћим временским размацима, да би у минут до 24, настала атомска бомба. Причу сам започео на овај начин, да бих скренуо пажњу свима који читају рад, у колико „брзом“ времену живимо. Сведоци смо напретка технологије из дана у дан. Већина нас може да се сети првих мобилних телефона, затим првих мањих мобилних телефона, потом оних са 256 боја, и да их упоредимо са данашњим моћним „смартфон“ уређајима. Могло би се чак рећи, да и ови телефони застаревају све брже и брже, па тако поједини уређаји из 2011. године већ не могу да одговоре високим захтевима корисника. Елем, цела прича око телефона и није толико битна за овај рад, али сам је поменуо да се „из прве руке“ уверимо у смисао раније реченог.

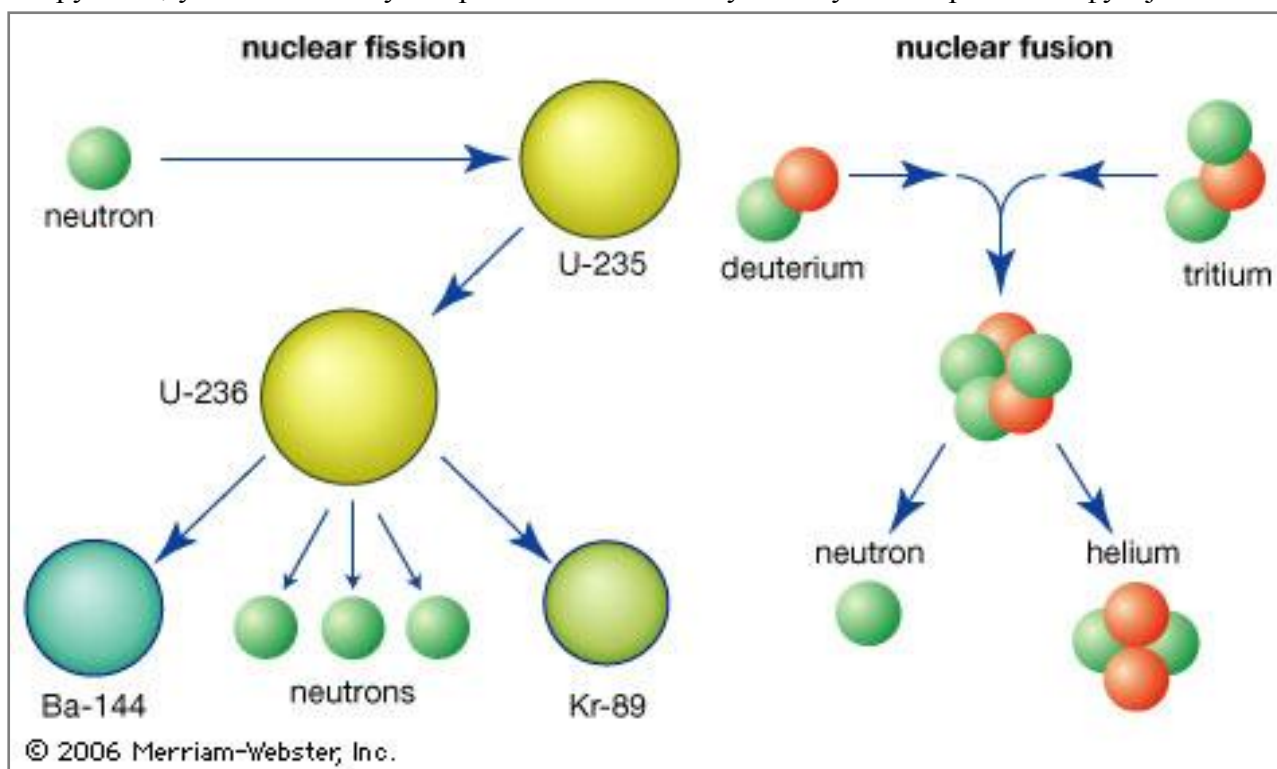
Дакле, вратимо се на причу о атомској бомби. Знамо да је у времену пре Другог светског рата ово оружје било само пусти сан водећих светских сила. Данас би се могло рећи да је ово оружје пусти сан најмањих светских сила, јер све водеће економије већ поседују ово наоружање, или су на трагу да реализују своје идеје у вези са тим. Сведоци смо данас, претњи које су упућене Јужној Кореји и САД, од стране Северне Кореје. Не треба превише трошити речи о томе, бар не у самом уводу. Ипак, сматрам за сходно, да напоменем да је овај рад итекако актуелан. Да је тема којом ћемо се бавити тренутна и да ће се промене врло брзо дешавати, можда чак и у тренутку куцања или излагања рада.

Све у свему, рад ће обухватити четири целине. Прво ће бити речи о фисији и фузији и њиховој примени у производњи нуклеарног наоружања. У другом делу ћемо направити историјски осврт на настанак нуклеарног оружја. Даље, трећи део би требао да обухвати инжењеринг, односно принцип производње наоружања. Четврта целина ће обухватити анализу стања нуклеарног наоружања у свету. Овде ћемо обратити пажњу на три групе земаља. Прве су оне за које је потврђено да поседују ову технологију, затим друга група, где су земље за које се сумња да имају ову технологију и на самом крају су оне државе, које су укинуле своје програме о нуклеарном наоружању, као и оне чије економије напредују веома брзо, те на тај начин наговештавају да ту постоје могућа истраживања у овом подручју нуклеарне физике.

На крају овог увода бих желео да напоменем да, иако сам заинтересован за нуклеарно наоружање, како инжењерски део, односно производњу самог оружја, тако и за онај део који се тиче тренутног стања у свету и анализу свега тога, ипак као неко ко је завршио физику и бави се науком, не одобравам поседовање нуклеарног наоружања. Наравно, овиме не мислим да не одобравам да Северна Кореја поседује такво наоружање, него сматрам да било која држава на свету не би требало да га има. Ипак, цела та прича ми је јако интересантна. Сам принцип производње ми је интересантан са становишта физичара тј. неког ко је кроз читаво образовање учио како нешто функционише, на којим се природним принципима заснива. Са друге стране, други део рада, такорећи статистика којом ћу се бавити је интересантна због тренутне ситуације у свету, која је јако напета, али и нечег опасног, непознатог, нечег за шта је сваки радозналац заинтересован.

1 Физичке основе израде нуклеарног наоружања

Данас се зна за више од десет хиљада различитих нуклеарних реакција, од којих свака има одређени научни значај. Два типа реакција треба посебно издвојити, јер су боље изучене од свих осталих, због могућности производње велике количине енергије. Реч је о фисији и фузији (слика 1.1). Прва од ове две представља дељење тешких на два, или ређе више, лакших језгара. Фузија је спајање два лакша те добијање једног тежег језгра. Ако се зна да у обе реакције долази до ослобађања одређене енергије, јасно је зашто су оне наишле на велико интересовање у свету физике. За фисију је веома брзо пронађена практична примена. На жалост, прва примена је била у изради нуклеарног наоружања. Затим су уследиле и оне друге, корисне примене, где се фисија користи као основна реакција у нуклеарним електранама. Са друге стране, постоји велики жал због тога што фузија још увек, и 50 година након открића, није нашла своју конкретну примену, иако се зна да би примена фузије била и више него корисна. Нуклеарна фузија се одвија унутар звезда у такозваним термонуклеарним процесима. Енергија која се ослобађа у овим реакцијама се емитује у околни простор. Захваљујући томе на нашој планети постоје услови за развој живота. Наиме, термонуклеарни процеси који се одвијају унутар Сунца, емитују енергију која стиже до планете Земље. Једину примену у земаљским условима, фузија има код нуклеарног наоружања, у такозваним нуклеарним бомбама и то у облику неконтролисане фузије.



Слика 1.1 Нуклеарне реакције фисије и фузије

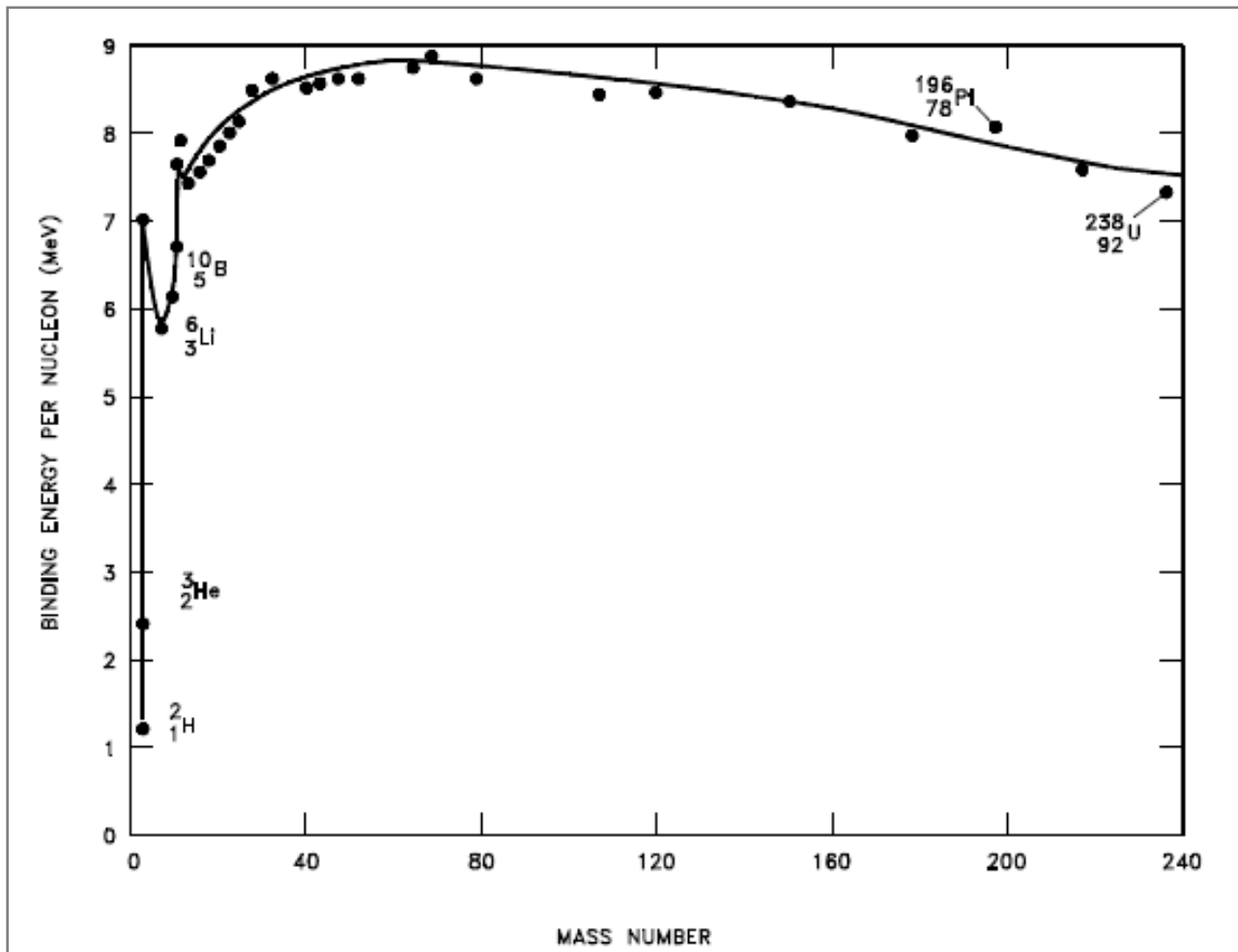
Да бисмо даље могли да разматрамо ове две, за нас јако значајне, нуклеарне реакције, увешћемо најпре појам енергије везе. Битно је да напоменемо да језгро, као скуп везаних нуклеона, има нижу потенцијалну енергију него исти тај скуп честица у слободном стању. Управо та разлика у енергијама се назива енергија везе. Ова енергија се ослобађа на рачун разлике у маси језгра и његових саставних делова. Дакле, енергију везе можемо написати као:

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

$$E_v = [Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_f(A, Z)] \cdot c^2,$$

где је m_p – маса протона, m_n – маса неутрона, Z – атомски број, A – масени број, c – брзина светлости, а $M_f(A, Z)$ – маса посматраног језгра.

Везивна енергија нам је јако битна да бисмо могли да објаснимо график који се налази на слици 1.2, а који је директно повезан са причама о фисији и фузији. Наиме, из великог броја података о вредностима атомских маса, добијена је вредност енергије везе за велики број језгара. Представљајући ове податке графички, добијене су неке општије информације везане за својства атомског језгра.



Слика 1.2 Средња енергија везе по једном нуклеону у зависности од масеног броја

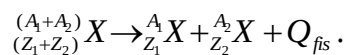
Можемо запазити да су све вредности енергије везе позитивне величине. То практично значи да је маса било ког језгра мања од збира маса појединачних нуклеона, који чине то језгро. Као што видимо, код лакших језгара (до $A=16$) постоји брз пораст енергије везе по нуклеону, са израженим пиком код масеног броја 4. Овај пик представља He-4 , што нас наводи на закључак да је структура од 2 протона и 2 неутрона веома стабилна. Након овог пика следи област споријег пораста енергије везе по нуклеону, све до новог максимума, који се налази у области масеног броја 60. Енергија везе овог максимума је око 8.5 MeV по једном нуклеону. У овој области се налазе најстабилнија језгра која се у природи могу наћи, а то су изотопи гвожђа, никла и кобалта. Дакле, ови изотопи имају највећу везивну енергију по једном нуклеону. Даље следи лагани пад, до најтежих језгара, код којих се уочава енергија везе од 7.5 MeV по једном нуклеону.

Цела ова прича о везивној енергији нам је јако битна да бисмо могли да објаснимо велику количину енергије која се у процесима фисије и фузије ослобађа. Наиме, у облику

криве приказане на слици 1.2, скривено је једно веома специфично сазнање, које је имало далекосежне последице на развој нуклеарне физике, а у почетку понајвише на развој технологија за производњу нуклеарних бомби. Ако посматрамо поменућу слику, видимо да уколико би дошло до деобе једног тешког језгра, као што је то, на пример, језгро неког од изотопа уранијума, настала би два лакша језгра, од којих би свако понаособ имало већу енергију везе по једном нуклеону, за отприлике 1 MeV. То значи да би стварање два нова јаче спрегнута језгра, довело до ослобађања енергије. Слично би се десило уколико би се два лака језгра спојила и дала једно теже. Дакле, посматрајући график можемо закључити да се десно од области у којој се налазе језгра око масеног броја $A=60$, налазе тешка језгра која доживљавају фисију. Са леве стране су пак она језгра која улазе у процес фузије. Оба процеса дају јаче спрегнута језгра, а самим тим се ослобађа одеђена количина енергије.

1.1 Фисија

Језгро A_ZX може да доживи трансформацију у виду цепања (fission – цепање), на више начина (расподела кинетичке енергије по фрагментима, као и величина фрагмента која настаје при дељењу језгра је разноврсна), али ћемо се осврнути на најједноставнији пример, када настану само два фрагмента:

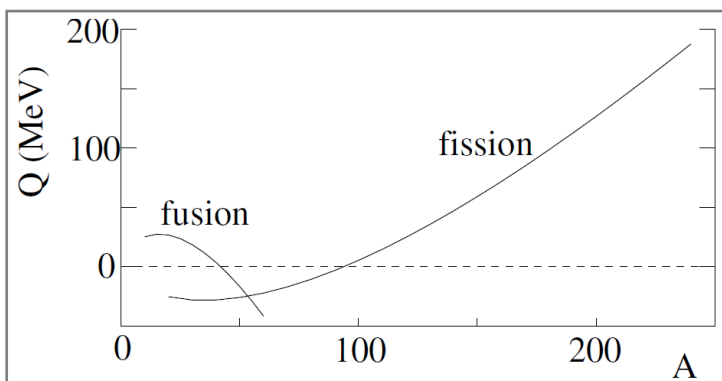


Енергија која се ослободи приликом ове реакције, дата је изразом:

$$Q_{fis} = m(A_1 + A_2, Z_1 + Z_2)c^2 - [m(A_1, Z_1) + m(A_2, Z_2)]c^2.$$

Разлика у енергијама почетног и крајњег стања језгра, дата је у виду кинетичке енергије која се предаје медијуму, који бива загрејан. Q_{fis} је сума кинетичких енергија фрагмената.

Апропо приче везане за слику 1.2 и језгара код којих се одвија фисија, можемо рећи да се у пракси најчешће користе језгра са бројем нуклеона око 240, пошто су најпогоднија за фисионе реакције. Ако узмемо у обзир да смо у почетку имали језгро масеног броја 240, а после фисије смо добили језгра са 120 нуклеона, можемо проценити да се добија отприлике 220 MeV, на рачун ове реакције. Везивна енергија по нуклеону за језгро са $A=240$ износи 7.6 MeV, док је за новонастало језгро везивна енергија нешто већа и износи 8.5 MeV, пошто је стабилније. Простим одузимањем ове две енергије, види се да енергија која се ослободи по једном нуклеону тежег језгра износи 0.9 MeV, а пошто језгро има 240 нуклеона, значи да је укупна енергија за цело језгро управо 220 MeV. У стварности ова енергија је нешто мања, пошто настало језгро није стабилно, па и оно само путем неколико β распада достиже стабилност. Као последица β -распада ствара се неки број неутрона, који добијају део енергије. Укупна енергија добијена за језгро са масеним бројем $A=240$ је: $Q_{fis} \sim 220\text{MeV} - \bar{\nu} \cdot 8.5\text{MeV} \sim 200\text{MeV}$, (са $\bar{\nu}$ је обележен просечан број насталих неутрона).

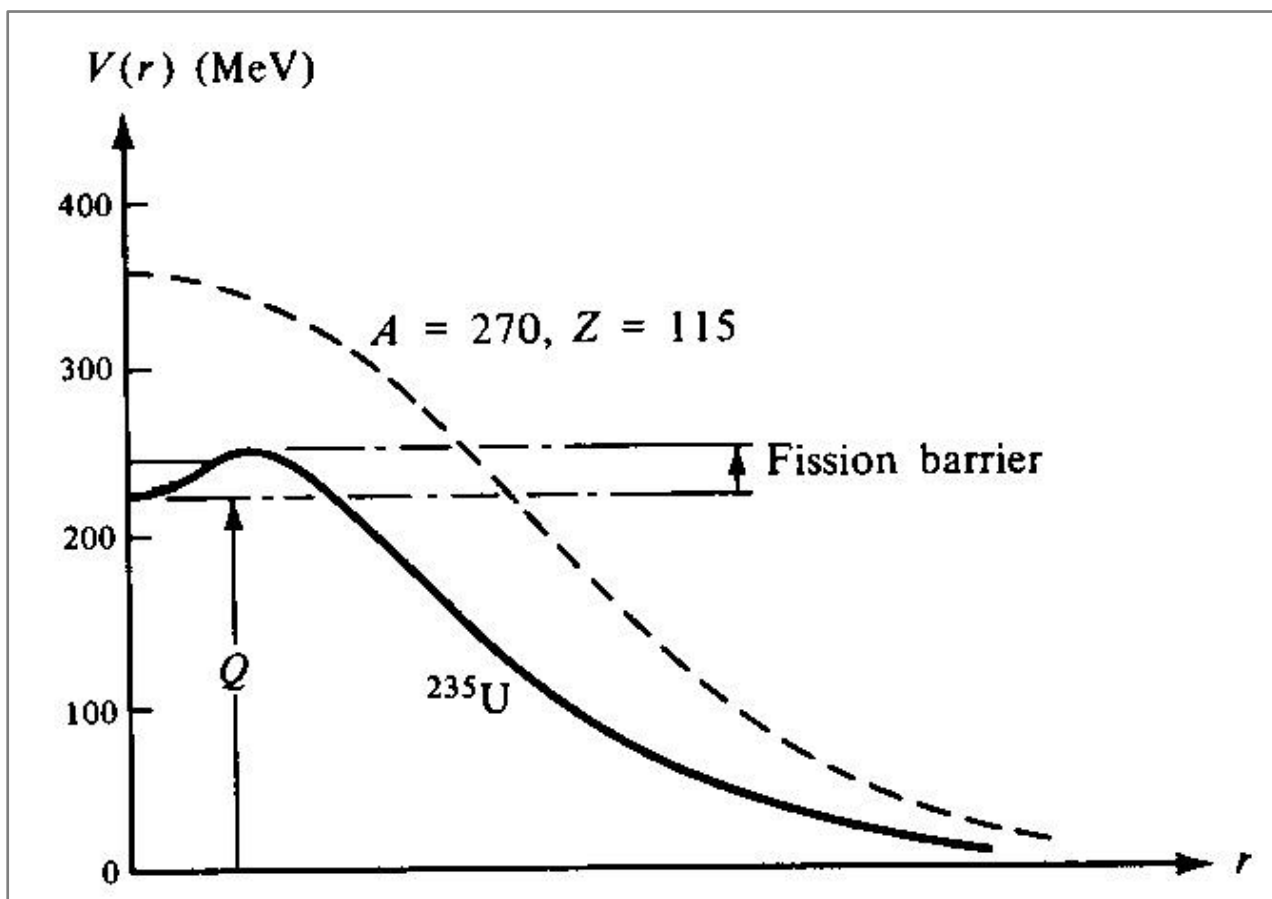


Слика 1.1.1 Вероватноћа фисионог или фузионог догађаја у зависности од везивне енергије

На слици 1.1.1 је приказана вероватноћа фисионог или фузионог догађаја, у зависности од везивне енергије. Види се да у границама $40 < A < 95$ није вероватна спонтану нуклеарна реакција, било спајањем, било цепањем језгара.

1.1.1 Фисиона баријера

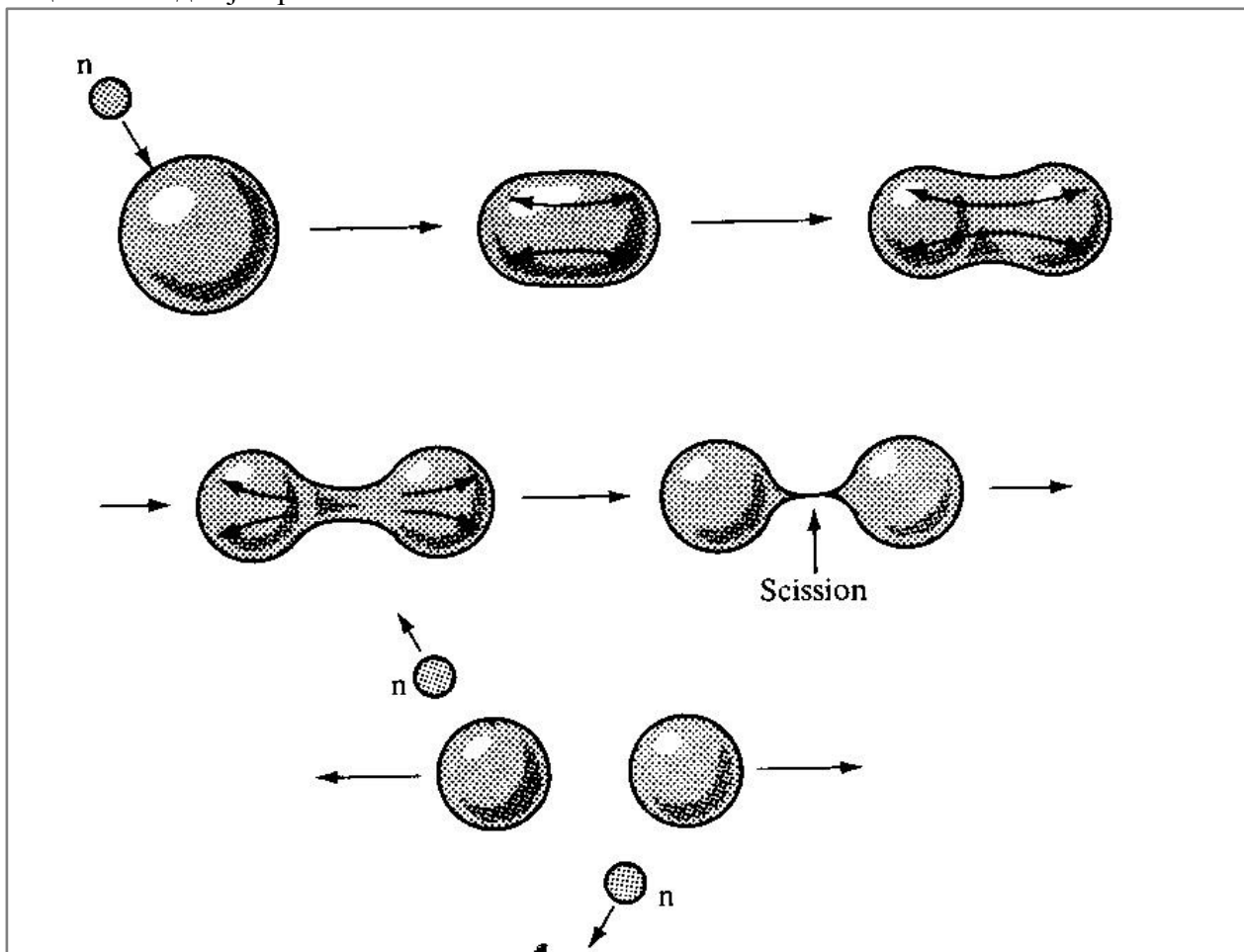
Претпоставимо да су се нуклеони у језгру поделили на два дела и то сферног облика. Потенцијална енергија овог система од два тела је приказана на слици 1.1.1.1. Као што се може видети са слике, потенцијална енергија система два фрагмента расте како се они удаљавају један од другог. За овај раст потенцијалне енергије одговорне су површинске силе које теже да облик језгра сведу на сферни. Порастом растојања између фрагмената, потенцијална енергија достиже максимум, стварајући на тај начин потенцијалну баријеру. Можемо рећи да постоји вероватноћа да се потенцијална баријера савлада и без довођења енергије са стране, па језгро може да доживи спонтану фисију. Код уранијума је тај процес запазио Флоров 1940. године. Ради се о процесу веома мале вероватноће, на 1 грам уранијума спонтану фисију доживи око 25 језгара у секунди.



Слика 1.1.1.1 Потенцијална енергија фисионих фрагмената у зависности од растојања

За савладавање потенцијалне баријере фисије, потребно је језгру предати одређену количину енергије. Та енергија се често назива активациона енергија. Ако је језгру саопштена енергија већа од висине потенцијалне баријере, оно ће се поделити у два фрагмента, дакле доживеће фисију. Енергија се језгру може довести на више начина. Најчешћи начин побуде језгра је путем нуклеарне реакције захвата неутрона. Том приликом неутрон језгру предаје, како своју кинетичку, тако и везивну енергију. У зависности од енергије побуде, језгро ће се у мањој или већој мери деформисати (слика 1.1.1.2). Са друге стране, уколико је тешко језгро у некој интеракцији добило мању енергију од висине

потенцијалне баријере, оно ће се на неки начин ослободити тог вишка енергије и неће се поцепати на два језгра мање масе.



Слика 1.1.1.2 Деформације језгра услед фисије

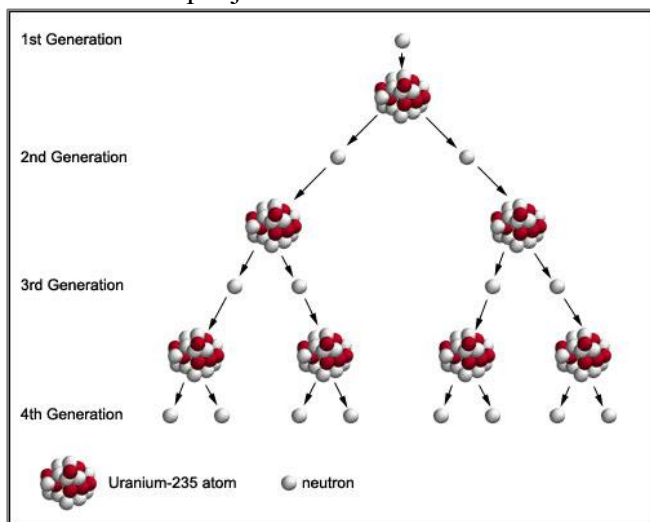
Висина фисионе баријере је различита од језгра до језгра. Код модела капи је претпоставка да стабилност тешких језгара зависи од односа Z^2/A . Уколико тај однос достигне одређену вредност, процене за границу се крећу од 45 до 50. Таква језгра ће доживљавати спонтану фисију. Код таквих језгара, крива потенцијалне енергије приказана на слици уопште нема ни максимум ни минимум. Што је однос Z^2/A нижи, виша је потенцијална баријера, па је неопходно језгру довести већу енергију да би се одиграла фисија. Експериментално је доказано да под дејством неутрона енергије од око 100 MeV, фисију могу да доживе сва језгра, па чак и лака.

1.1.2 Ланчана реакција

У претходном поглављу смо видели да је за одвијање процеса фисије, неопходно обезбедити интеракцију језгра са неутроном. Овде ћемо као пример узети језгро ^{235}U . Након захвата неутрона, долази до распада језгра. Тај неутрон је неутрон прве генерације. Након реакције се ослобађају два или три нова неутрона, у зависности од тога на какве се фрагменте језгро предак распало. Ово су неутрони друге генерације. Уколико би они изазвали нове фисије, добили бисмо четири неутрона нове генерације. У следећој генерацији, уколико би сви створени неутрони изазвали фисију, било би их 8, па затим 16, па 32, 64 итд. Дакле, ако би константно по два неутрона од сваког језгра изазивала нове фисије, и тако из генерације у генерацију, број неутрона, а самим тим и реализованих фисија, би се веома брзо

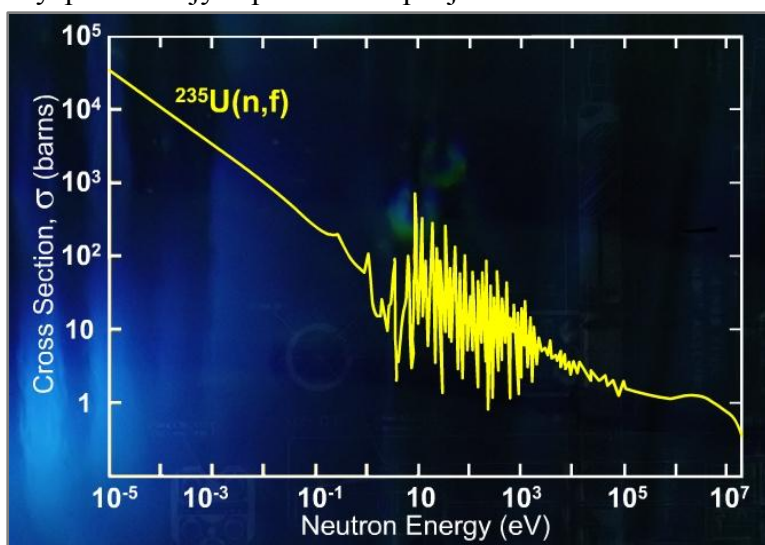
Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

умножавао. Овај процес се назива нуклеарна ланчана реакција (1.1.2.1). Укупан број неутрона би веома брзо нарастао на 2^n , где је n број генерација неутрона. За то време се одиграло $2+2^2+2^3+2^4+\dots+2^n$ фисионих реакција. Време за које се одигра једна фисија је 10^{-7} s. Овај податак нас нагони на закључак да се за време реда величине 10^{-5} s, одигра 2^{100} , или отприлике 10^{30} фисија. Ако узмемо у обзир да се при сваком процесу фисије ослобађа енергија од око 200 MeV, јасно је да се дељењем уранових језгара могу добити огромне количине енергије.



Слика 1.1.2.1 Нуклеарна ланчана реакција

Ланчана реакција у којој се број неутрона овако рапидно умножава се реализује у неконтролисаној фисији, која се јавља приликом експлозија нуклеарног наоружања. За сваку другу контролисану употребу фисије као извора енергије, неопходно је остварити услове да се ланчана реакција одвија са идентичним бројем фисија у сваком временском тренутку. То значи да је за нове фисије неопходно искористи само један неутрон од просечних 2.5, колико их се емитује приликом цепања једног језгра ^{235}U . То није ни мало једноставан проблем. На слици 1.1.2.2 је приказан ефикасни пресек за фисију ^{235}U . Може се уочити да пресек веома брзо опада са енергијом неутрона, те да је највећа вероватноћа да до фисије дође, баш када неутрони имају термалне енергије.



Слика 1.1.2.2 Ефикасни пресек за фисију ^{235}U у зависности од енергије неутрона

1.1.2.1 Развијање ланчане реакције

Код нуклеарног оружја, расипање нуклеарног горива почиње пре него што ланчана реакција достигне свој предвиђени максимум. За ефикасну бомбу је потребно да развијање ланчане реакције у времену буде кратко у поређењу са временом потребним за приметан распад фисионог материјала. Ово значи да време које протекне између узастопних фисионих генерација мора бити кратко. Због тога се за ланчане реакције у бомбама користе брзи неутрони, а не термални, који су заступљени у већини нуклеарних реактора.

Временска стопа промене броја фисионих неутрона N у систему, представљена је једначином:

$$\frac{dN}{dt} = \frac{k - \beta - 1}{\tau} N = \alpha(t) N,$$

где је k – фактор мултипликације, β – одложени распад неутрона, τ – време између узастопних фисионих генерација и $\alpha = (k - \beta - 1) / \tau$. Код реактора је битно да ефективни фактор мултипликације k буде око 1, док за бомбе мора бити већи. Пошто се конфигурација материјала бомбе мења током имплозије, мењају се и фактори k и α са временом.

Време које протекне између узастопних фисија је дато са $\tau = \lambda / v$, где је λ – слободан пут неутрона, а v представља средњу брзину неутрона. Типичан фисиони неутрон има енергију која упада у интервал од око 1 MeV, а самим тим брзина му је у интервалу од око $1.4 \cdot 10^9$ cm/s. За неутрон ^{235}U , енергије 1 MeV, слободан пут износи $\lambda = 17$ cm. Према томе, време између узастопних фисија за уранијум-235 је $\tau \approx 10^{-8}$ s. Ако донесемо сличне закључке у вези са ^{239}Pu , такође добијамо да је $\tau \approx 10^{-8}$ s.

Број фисија у ланчаној реакцији расте са e^{at} . На пример, број се дуплира у времену t , када је $e^{at} = 2$ или $at = 0.693$. У једном килограму фисионог материјала, има око $2.5 \cdot 10^{24}$ језгара. Ако, ради поједностављења, претпоставимо да се број фисија дуплира у свакој генерацији, долазимо до закључка да од прве фисије прође 80 генерација, док се не потроши целокупно гориво које је на располагању. Потребно је још само неколико генерација како би се распао 10 већи износ од овога, или да би се надокнадила незнатно нижа стопа мултипликације. Дакле, под овим условима, ланчана реакција ће се одвити за милионити део секунде. Ово време је релативно кратко у поређењу са временом потребним да фисиони материјал физички нестане, или постане подкритичан.

1.1.3 Критична маса

Критична маса је најмања могућа количина фисионог материјала, која је потребна за одржавање нуклеарне ланчане реакције. Ова маса се разликује од једног до другог фисионог материјала. Она зависи од нуклеарних карактеристика датог материјала, као што је на пример попречни пресек нуклеарне фисије, густина, облик, обогаћење итд.

Термин критичност, односи се на равнотежно стање фисионе реакције. Тада не долази до повећања снаге, температуре или броја неутрона. Нумеричко налажење критичне масе зависи од фактора k . Овај фактор представља просечан број неутрона који даље могу да изазову фисиону реакцију. Део неутрона се губи паразитном апсоропцијом, а део једноставно напушта систем. Када је $k = 1$ за масу кажемо да је критична. Подкритична маса је маса фисионог материјала која не може да одржава фисиону реакцију. Број неутрона који се ослобађа у подкритичном систему, временом се смањује. У овом случају је $k < 1$. Надкритична маса је она у којој долази до повећања брзине настанка фисије. Ово се одиграва све док природни повратни механизам не доведе до настанка равнотежног стања. У овом случају важи да је $k > 1$.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

1.1.3.1 Критична маса голе сфере

Сфера је облик са минималном критичном масом и најмањим физичким димензијама. Критичне масе голе сфере нормалне густине, актиноида су дате у табели 1-1.

Табела 1- 1 Критичне масе нуклида од интереса

Нуклид	Критична маса (kg)	Пречник (cm)
Протактинијум-231	750±180	45±3
Уранијум-233	15	11
Уранијум-235	52	17
Нептунијум-236	7	8.7
Нептунијум-237	60	18
Плутонијум-238	9.04-10.07	9.5-9.9
Плутонијум-239	10	9.9
Плутонијум-240	40	15
Плутонијум-241	12	10.5
Плутонијум-242	75-100	19-21
Америцијум-241	55-77	20-23
Америцијум-242	9-14	11-13
Америцијум-243	180-280	30-35
Киријум-243	7.34-10	10-11
Киријум-244	13.5-30	12.4-16
Киријум-245	9.41-12.3	11-12
Киријум-246	39-70.1	18-21
Киријум-247	6.94-7.06	9.9
Калифорнијум-249	6	9
Калифорнијум-251	5	8.5

1.1.3.2 Смањење тачке критичности

Тачка, односно маса, на којој долази до настанка критичности може да се мења променом одређених атрибута, као што су гориво, температура, густина, или инсталацијом рефлектора неутрона.

Могуће је да конструкција буде критична и при нултој снази. Реализација оваквог стања је омогућена када се у систему налази тачна количина горива, а систем је уједно подкритичан. Када се дода прецизно одређена количина горива може да се створи тачна критична маса у подкритичном систему, што би довело до одржавања фисионе реакције целу једну генерацију неутрона. Уколико је ова, прецизно одређена маса, додата у мало подкритичне масе, ствара се надкритична маса кратког века. Овде се температура конструкције повећава до свог максимума, а затим се смањује на собну температуру, зато што је гориво које је додато, потпуно апсорбовано и систем се сам враћа у подкритично стање.

Када је конструкција у критичном стању, маса ће загревањем на собној температури постати подкритична, а уколико дође до њеног хлађења, постаће надкритична. Фисија се

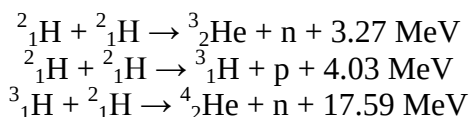
смањује при повећању температуре горива. Ова особина се назива негативни коефицијент реактивности. Иста особина важи и када дође до повећања, односно смањења густине горива.

Окружујући сферну критичну масу рефлектором неутрона директно смањујемо потребну масу за достизање критичности. Дobar рефлектор је берилијум. Он омогућава да неутрони, који би за даље иницирање реакције били изгубљени, буду враћени до система. Рефлектором је повећана могућност судара неутрона.

1.2 Фузија

Као што можемо видети са слике 1.2, крива има максимум у области $A=60$. У области графика где је $A>60$, дакле са десне стране, налазе се језгра код којих се дешава фисија. Са леве стране су језгра код којих долази до фузије. Већ смо напоменули да се приликом фисије, дељењем једног тежег на два лакша језгра, али и приликом фузије, што је спајање два лакша у једно теже језгро којем масени број не прелази 60, ослобађа одређена енергија. Наиме, спајањем се добија скуп јаче спрегнутих честица, па се енергија ослобађа на рачун разлике у везивним енергијама нуклеона. Дакле, можемо закључити да се спајањем два језгра ^{20}Ne у једно ^{40}Ca , у процесу ослобађа 20.7 MeV. За фузију ова два језгра, потребно је да се једно од њих убрза до енергије од 21.2 MeV, како би се савладао Кулонов потенцијал. Због тога је коначна енергија која се добије у процесу фузије 41.9 MeV. Закључак је следећи: да би до процеса фузије дошло, а самим тим и до ослобађања одређене количине енергије, најпре морамо уложити одређену енергију, како би се савладале одбојне Кулонове силе којим се два језгра одбијају. Висина потенцијалне баријере је већа уколико је виши редни број учесника у реакцији. Наравно да је то због броја протона у језгру. Одатле можемо закључити да је много једноставније извести фузију лакших језгара, најпре водоникових и хелијумових изотопа. Код водоникових су то деутеријум и трицијум, а како они имају по један или два протона у језгру, висина потенцијалне баријере је знатно нижа него што је то случај са азотом.

Најмање енергије је потребно уложити да би дошло до спајања деутеријума и трицијума. Због тога су нам најзанимљивије следеће три реакције:



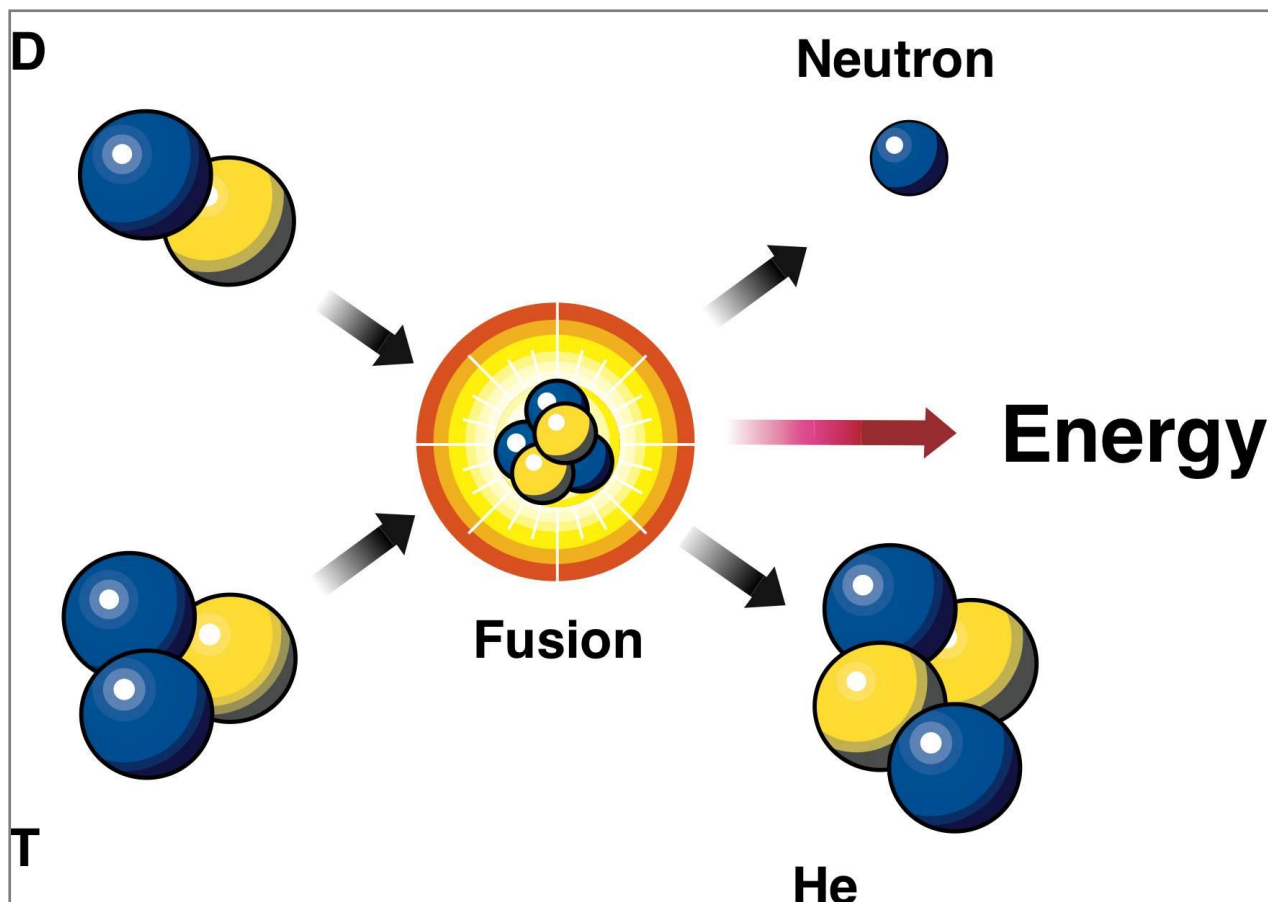
Приликом судара два деутеријума (Д-Д реакција), један канал даје хелијум-3 и неутрон као продукте, док се у другом добијају трицијум и протон. Вероватноћа за ове реакције је прилично уједначена, тако да се може сматрати да је средња енергија која се добија по једном нуклеону, једнака 0.9 MeV. Толика енергија по нуклеону се ослобађа и у процесу фисије. Највећа енергија се добија у реакцији Д-Т, али се већи део те енергије преда неутрону, што имплицира да се ова енергија много теже може искористити. Наиме, неутрони доста теже предају енергију околини кроз интеракције него што то чине наелектрисане честице, тј. протони и електрони. Такође интересантна реакција за нас је и она која се одвија између деутеријума и ^3He :



али за њено одвијање је потребна виша енергија због више потенцијалне баријере хелијума.

Постоји велика потреба да се процес фузије искористи као извор енергије. Наиме, кад би трицијум добијен из Д-Д реакције био употребљен у Д-Т реакцији, као коначне продукте бисмо добили хелијумове изотопе. Ово је веома битно, јер ако се посматра процес фисије, можемо видети да се после те нуклеарне реакције добија велики број нестабилних продуката који су радиоактивни и штетни по животну средину, за разлику од стабилног хелијума. Дакле, процес фузије је веома чист извор енергије, који за собом не оставља радиоактивни

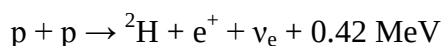
отпад. Узмемо ли у обзир још и чињеницу да је количина деутеријума која се налази у океанима у облику молекула тешке воде D_2O или DHO , толика да би се реактори могли снабдевати милионима година, сасвим су јасне предности ове нуклеарне реакције у односу на фисију. На жалост, контролисана фузија још увек није реализована на Земљи.



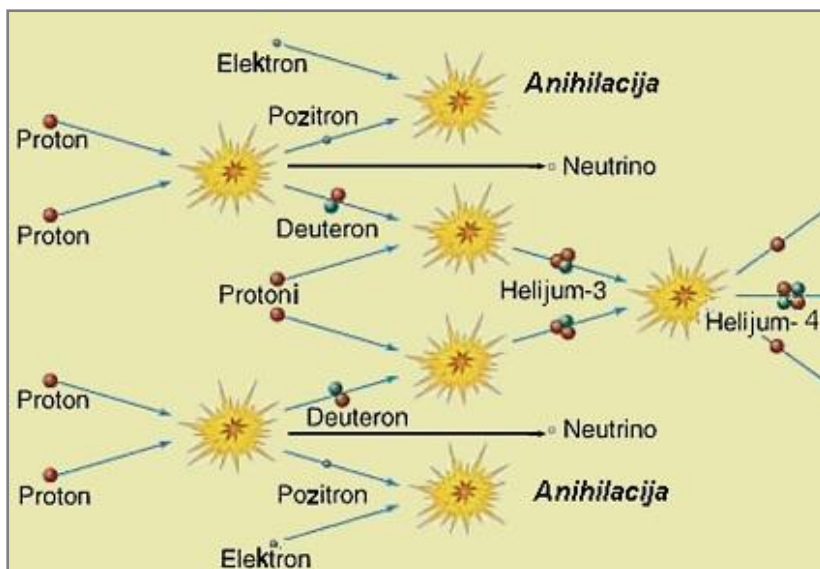
Слика 1.2.1 Д-Т реакција: основна реакција која би се користила као непресушан извор енергије

Звезде типа Сунца су сачињене од водоника (90% по броју атома) и хелијума (7% по броју атома), а остатак чине тежи елементи. У унутрашњости се одвија процес фузије најлакших елемената. У унутрашњости звезда владају температуре реда величине 10^7 K, те се материја налази у стању плазме. Плазма је гас у којем се крећу слободни електрони и огољена језгра. Енергије ових термалних језгара су такве да може да се савлада потенцијална баријера и одигра процес фузије. Губици енергије на интеракције са омотачем не постоје. Ова плазма се налази пом великим притисцима јер на њу делују јаке гравитационе силе, те се постиже велика густина, а самим тим и учесталост судара честица. Ове реакције се често називају термонуклеарним.

Основна реакција у процесима који се одвијају у Сунцу је реакција два протона, што заправо представља почетак протон-протон циклуса (слика 1.2.2):



Са слике видимо да су наредне реакције између протона и деутеријума, где као продукт добијамо хелијум-3. Од основних интеракција је остало још да наведемо реакцију између протона и трицијума. Као продукте у овим реакцијама добијамо хелијум-4.



Слика 1.2.2 П-П циклус

Што се тиче самог трицијума, он доживљава бета распад са периодом полураспада $T_{1/2} = 12.33$ год., те је јасно зашто га на Земљи нема у великим количинама. Настаје неутронским озрачивањем ${}^6\text{Li}$ или захватом радиоактивног неутрона деутеријумом. Његова радиоактивност прави много проблема приликом примене у пракси.

1.2.1 Кулонова баријера и вероватноћа фузионих реакција

Основна физичка потешкоћа у постизању фузионих реакција је чињеница да, за разлику од неутронског захвата код фисије, језгра која су истоимено наелектрисана трпе одбијања посредством Кулонове силе. У суштини, језгра морају прићи на веома мала растојања, на којима јаке нуклеарне силе почињу да делују, те надвладевају одбојне Кулонове силе. По поједностављеном моделу, ова растојања су таква да се језгра додирују. Дакле, растојање између центара је практично једнако збиру њихових полупречника. Ако су Z_a и Z_b редни бројеви честица које доживљавају фузију, висина потенцијалне баријере коју оне савладавају је:

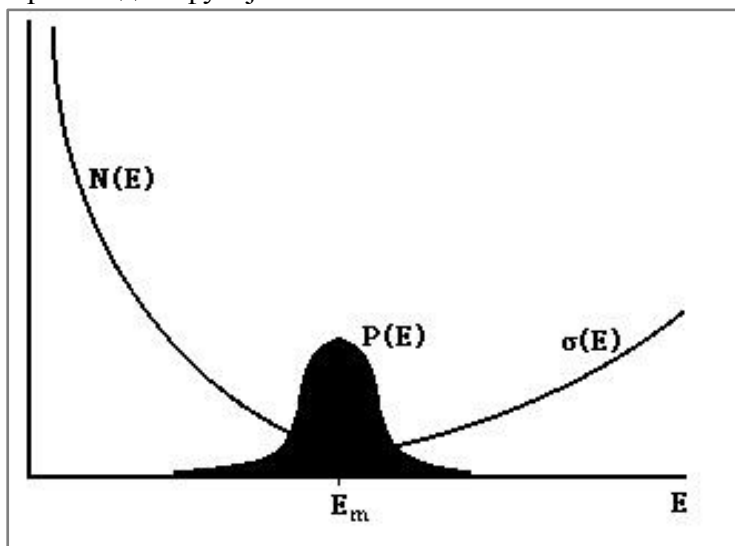
$$V_c = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Z_a Z_b e^2}{R_a + R_b},$$

где су R_a и R_b полупречници два језгра која ступају у нуклеарну реакцију. Коришћењем овог обрасца, може се закључити да је висина потенцијалне баријере за 2 протона око 1 MeV. На основу кинетичке теорије гасова се добија једноставна релација која повезује температуру неког скупа честица са њиховом средњом кинетичком енергијом: $T(K) = 1.16 \cdot 10^4 \times E(eV)$. Одавде можемо закључити да би температура протона требала да буде 10^{10} K, како би он достигао енергију термалног кретања од 1 MeV. Ако узмемо да је процењено да температура у средишту Сунца износи $15 \cdot 10^6$ K, поставља се питање одакле енергија за процес фузије.

Два ефекта значајно подижу вероватноћу фузионих реакција упркос нижим температурама од предвиђених. Прво, немају све честице идентичну кинетичку енергију на одређеној температури. Ово се најбоље може приказати Максвеловом дистрибуцијом. Ова расподела има јасно изражен максимум након кога следи експоненцијални пад. Значи, на одређеним температурама се могу наћи и честице које имају знатно вишу енергију од неке средње вредности. То практично значи да се на основу ове дистрибуције може очекивати да постоји мали број честица са енергијама које су довољно високе да долази до фузије. Са друге стране, постоји вероватноћа да до фузије дође на основу тунел ефекта. Наиме, када се

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

језгра примакну на растојања реда 10^{-13} cm, што је још увек више од димензија језгра, може доћи до тунел ефекта. Вероватноћа тунел ефекта је веома мала и споро се повећава са порастом енергије. Ипак, захваљујући овом процесу, енергетски праг за фузију се спушта ка нижим вредностима. На слици 1.2.1.1, можемо видети да долази до преклапања између Максвелове криве и криве која представља енергетску зависност ефикасног пресека фузије. То практично значи да део честица увек поседује довољну енергију за реализацију процеса фузије. Ако се узме у обзир веома велики број лаких честица које се налазе унутар Сунца, можемо закључити да је то сасвим довољан број да се обезбеди континуиран процес производње фузије.



Слика 1.2.1.1 Максвелова расподела честица по енергијама на одређеној температури $N(E)$ и енергетска зависност ефикасног пресека за фузију $\sigma(E)$

2 Историјски развој нуклеарног наоружања

Идеја о нуклеарном наоружању је рођена за време Другог светског рата, када је и дошло до истраживања везаних за ову врсту наоружања. Ипак, са завршетком рата није дошло до престанка развоја нуклеарног наоружања и технологија које би користиле нуклеарне бојеве главе, напротив, она је настављена још жешће. Овај период историје, када су се велике силе утркивале у развоју што разорнијег оружја за напад, али и оружја које би служило за одбрану од истог, назван је Хладни рат. Хладни рат је трајао од 5. марта 1946. године до 26. децембра 1991. године. Након 1991. године није престало ширење нуклеарног наоружавања, али је званично дошло до прекида оштрих политика, у којима сваког момента, због нечије преке нарави или слабих живаца, може доћи до уништења света. Такође, дошло је до престанка нуклеарних проба, које су претиле да тотално загаде планету и униште озонски омотач. Страх од нуклеарног уништења и даље постоји, али је он знатно мањи, пошто су политичари водећих сила постали свесни страхота и уништења које би могло да изазове нуклеарно наоружање. Нуклеарне силе су потписале протокол о смањењу наоружања, те су постале „полицајци“, који раде на томе да се заустави ширење и развијање овог оружја, поготово обраћајући пажњу на то да оно не дође у руке мањим нестабилним државама, које имају фанатичне владе.

Немачка је прва започела истраживања у вези са овом врстом наоружања, што је и очекивано, с' обзиром на амабиције које је гајио фашистички систем. Проучавања су почела оснивањем такозваног „U“ – пројекта 1939. године, а у њега су укључени водећи немачки нуклеарни физичари, на челу са Хајзембергом и Вајсцекером. Оснивање тима који је радио на поменутом пројекту, као и забрана извоза уранијума из Чехословачке, коју је Немачка окупирала, Лео Силард, који је био нуклеарни физичар и утемељивач идеје о ланчаној реакцији, схватио је као настојање Немачке да дође до оружја за масовно уништење, којим би лако победила своје непријатеље. Реалан страх од војне надмоћности Немачке и фашизма, натерали су овог научника да емигрира из Немачке у којој је радио на атомским истраживањима. Потом је наговорио Ајнштајна, који је такође емигрирао, да пошаље писмо Рузвелту, са објашњењем да постоји опасност да Немачка створи нуклеарно оружје, којим би остварила недостижну предност.

Те године (1939) основан је тим који је радио на пројекту „S-1“, чија се реализација одвијала без вере у крајњи успех. Тадашње власти су сматрале да је то „немогућа мисија“, те да је само бацање пара. Научници су тешко прихватили дисциплину и рад у тиму, а инжењери нису видели сврху грађења постројења која почивају на некој бајковитој теоријској основи. Тек 1942. године, након објављивања резултата британских научника, који су показали велики напредак у проналаску атомске бомбе, долази до активније улоге власти САД у стварању нуклеарног оружја. У августу исте године, војно-политички комитет оснива „Манхетн пројекат“, на чије чело бива постављен Ричард Гроувс, војник по позиву. Средином наредне године на чело истраживачког тима смештеног у Лос Аламосу, долази Роберт Опенхајмер, физичар. Најсложенији научни проналазак у историји је остварен у најкраћем могућем времену, захваљујући свесрдном залагању и ангажовању физичара и плански ораганизованом раду, за који је била заслужна војничка дисциплина. САД су 16. јула 1944. године експериментално провериле експлозију прве атомске бомбе, чија је снага одговарала експлозији од 17000 до 20000 тона динамита.

Стварањем атомске бомбе, надокнађен је морални дуг научника, према слободи и човечанству уопште. Ипак, одушевљење физичара капитулацијом Немачке и чињеницом да су посао завршили пре својих колега, који су у тој земљи радили на сличном пројекту, није дуго потрајало. Убрзо су увидели да се ова врста бомби може користити и за напад, одмазду, демонстрацију политичке моћи и војне надмоћности, те да они немају контролу над

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

употребом оружја страховите снаге. Схватајући реалну опасност да САД употребе фисиону бомбу као средство за демонстрацију своје супериорности против фанатичних снага Јапана, Ајнштајн поново, по наговору Силарда, упућује писмо председнику САД са молбом да се одустане од примене атомске бомбе. Рузвелт је изненада преминуо 12. априла 1945. године, а писмо је потом пронађено неотворено на његовом радном столу. Силард је прикупио 67 потписа угледних научника из „Менхетн пројекта“, који су потписали петицију америчком председнику, са захтевом да се атомска бомба не употреби против Јапана, без претходне јавне демонстрације и давања могућности за капитулацију. Према анкети коју је спровео А. Х. Комптон, који је у то време био директор лабораторије и члан владине комисије за употребу „А“ бомбе, 33% научника је било за експериментално демонстрирање дејства бомбе у властитој земљи, односно за јавну демонстрацију без војне употребе, док је 67% било за војну демонстрацију у Јапану, односно да војни врх одлучи о начину употребе бомбе. Због свега овога Труман је оформио комисију, која је требало да одлучи о начину употребе и контроле атомске бомбе. Комисија је била састављена од пет представника политике и војске и седам водећих научника, међу којима су били научници из „Менхетн пројекта“ (Комптон, Ферми, Опенхајмер и Лоренц) и научници из других војно-истраживачких пројеката. Предлог ове комисије је био да се бомба употреби што пре и то тако што ће се бацити на густо насељено подручје, без икаквих ранијих упозорења. Претпоставка је да се комисија одлучила на овако исхитрен потез, због гнева који је изазван јапанским бомбардовањем америчке луке Перл Харбур.



Слика 2.1 Ајнштајн (лево) и Силард (десно)

Када су научници са Универзитета у Чикагу сазнали за овај план, основана је једна комисија од шест научника (Силард, Е. Рабинович, Франк, Д. Хјуз, Т. Хогнес, Г. Сиборг) на

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

челу са нобеловцем Џејмсом Франком. Ова комисија је имала задатак да поднесе извештај о „социјалним и политичким последицама атомске енергије“. Ова група научника је предлагала да се уместо бацања бомбе изврши демонстрација новог оружја, уз присуство свих нација, у некој пустињи, или на неком пустом острву. Овај предлог је разматран од стране групе научника са „Менхетн пројекта“. Била је то иста она група која је била укључена и у државну комисију за употребу фисионе бомбе. Комисија је одбила предлог, а по речима Опенхајмера, одбијање је било условљено њиховим незнањем стања на фронту, незнањем да ли би Јапанци капитулирали неким другим средством, као и створеном политичком представом да је употреба бомбе неизбежна.

Прва бомба је бачена 6. августа 1945. године на Хирошиму и за три дана је усмртила око стотину и двадесет хиљада људи. Друга је бачена на Нагасаки 9. августа. После бацања атомске бомбе, највећем броју физичара је било потпуно јасно да је ово исувише разорно средство, да би се налазило под контролом мале групе људи, што ће условити широку акцију физичара, чији је циљ био да се обезбеди интернационална цивилна контрола атомске енергије. Но, ова кампања је завршена неуспешно. У исто време једна група физичара, на челу са Едвардом Телером (1908 – 2003; слика 2.2), започиње кампању придобијања научника и политичара за изградњу водоничне бомбе са убеђењем да ће тек тада бити обезбеђен трајни мир. „Тек кад бомбе буду толико велике да могу све да униште, људи ће се стварно уплашити и политички опаметити“, говорио је Телер. Заговорници стварања водоничне бомбе, нису имали великог успеха у придобијању научника и политичара све до августа 1949. године. Тада је у СССР-у извршена нуклеарна експлозија. Ова чињеница као и хапшење Клауса Фукса, енглеског научника, који је радио у Лос Аламосу на изради атомске бомбе, а који је пренео Совјетима оно што је знао о нуклеарним истраживањима, утицали су на промену размишљања и све већем приближавању Телера и његових неистомишљеника. Овим су заговорници супер бомбе и војно-политичка елита добили додатну аргументацију за своју идеју, која се огледала у истицању страха од нуклеарне супериорности СССР-а, као реалне опасности по безбедност САД. Године 1950. председник Труман одобрава пројекат изградње „супер бомбе“, на чијем се челу налазио Телер. Новембра 1952. године, успешно је извршена проба водоничне бомбе. Крајем педесетих година, америчка влада на челу са Ајзенхауером започиње нови курс у војној политици који се огледао у залагању за међународну контролу атомског наоружања и обуставу трке у наоружању. Највећи отпор овом курсу долазио је од Телера, чије је аргументе о потреби даљег усавршавања оружја, један сенатор, уједно и бивши секретар америчког ваздухопловства, оценио изопаченим.



Слика 2.2 Едвард Телер

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Судбина Опенхајмера, после стварања атомске бомбе, показује моралну немоћ науке. Већ у октобру 1945. године, Опенхајмер својим колегама најављује одлазак из Лос Аламоса, речима да су „физичари упознали грех, али да не постоји ни једна установа где би показали стварно кајање“. Предлог Владе да ради на изради термонуклеарне бомбе, Опенхајмер није прихватио. Овај гест Влада није могла да му опрости, поготово зато што се није слагао са изградом хидрогенске бомбе и после одлуке председника Трумана, да се започне стварање нове врсте наоружања. Године 1953., Опенхајмер је оптужен да је прикривени совјетски шпијун и симпатизер комунизма. Удаљен је из лабораторија за атомска истраживања, са забраном увида у тајне војних истраживања.

Сличну судбину имао је и Капица у СССР-у. Он је после бацања атомске бомбе на Јапан позвао своје колеге физичаре да се и даље боре против употребе нуклеарне енергије у ратне сврхе. Стаљин је Капицу (1946. године), због оклевања да ради на нуклеарним истраживањима, сменио са места директора Института за физичке проблеме и ставио у кућни притвор, у којем је овај провео седам година. Поред Капице, Стаљин је још неколико нуклеарних физичара осудио на прогонство и присиљан рад, због одбијања да раде на изради фисионе бомбе.

Разочаран односом власти, Опенхајмер се посвећује проучавању друштвених последица нуклеарне физике и јавном деловању са циљем да код људи пробуди жељу и наду за стварањем једне нове заједнице у којој ће владати ред, хармонија и лепота, а не ратни сукоби. Опенхајмерово покајање јавно је изражено у његовим предавањима (1953. године), где је изнео мишљења да нова ратна оруђа подстичу крвожедност и тотални рат, и да је научно знање потребно усмерити на стварање лепоте, среће и хармоније међу народима. Ово је имало, велики морални одјек у јавности, али није било обавезујуће по власт. То су биле визије бившег славног научника, који је своју улогу успешно обавио и покајао се, схвативши да ратна техника доноси несрећу. Нажалост, његове речи нису биле довољна опомена за будуће научнике, који су као и он, приликом конструисања атомске бомбе, са еланом и заносом започињали рад на војним пројектима.



Слика 2.3 Роберт Опенхајмер

2.1 Ретроспектива трке у нуклеарном наоружању кроз Хладни рат

Трка у нуклеарном наоружању, као што је већ напоменуто, углавном се одвијала током Хладног рата. Тада су постојала веровања да је потребно имати што више нуклеарног наоружања. Водећи политичари су били мишљења да што више нуклеарног наоружања поседују, њихова држава је јача и безбрижнија. Дакле, и Америка и Русија су гомилале своје залихе нуклеарног наоружања.

До највећих промена је дошло 1952. године када су САД успешно извршиле пробу Х-бомбе. Највише пажње је изазвала чињеница да је бомба знатно мањих димензија него она бачена на Хирошиму, била 2500 пута јача. Већ следеће, 1953. године, Руси су развили Х-бомбу и самим тим свет је постао много опасније место за живот.

Међутим, било је могуће претпоставити да би разорна моћ овог оружја, могла изазвати велики страх, који би могао да заустави евентуални нуклеарни рат.

САД су произвеле бомбу, означену са „В52“, чији је домет био 6000 миља. Тако нешто је морало да има јаку финансијску позадину Владе. То је било нешто што је Америка у том моменту могла себи да приушти, док Руси нису имали ту финансијску моћ. Самим тим, Русија се концентрисала на прављење већих бомби – далеко исплативијег поступка, како се чинило у том моменту.

Године 1957., направљен је први интерконтинентални балистички пројектил од стране Руса, а као одговор стигао је амерички систем одбране и раног узбуђивања (енг. „DEW – Defence and Early Warning system“). Крајем 50их година, амерички обавештајци су проценили да би руски напад нуклеарним оружјем усмртио чак 20 милиона Американаца, а 22 милиона би било повређено.

Током 60их година прошлог века, Русија је уложила пуно новца у продукцију великог броја пројектила, који су били лошијег квалитета. Са друге стране, Америка је направила нешто мање оружја, али већег квалитета. Као пример овоме, треба издвојити пројектил „Atlas“, који је имао домет од 5000 миља, а кретао се брзином од 16000 миља на час. Већ 1961. године било је довољно нуклеарног оружја да се уништи свет.

Упркос поменутој чињеници, акценат је стављен на нове системе наоружања. Саграђени су мобилни лансери пројектила. Такође, пројектили су смештани и у подземне силосе, а 1960. године направљена је прва подморница која је носила 16 пројектила. На сваки пројектил је било монтирано по четири нуклеарне бојеве главе, које су могле да погоде различите градове. Дакле, свака подморница је носила по 64 нуклеарне бојеве главе, а свака од њих је могла да циља други град.

Године 1969. и Кина је могла да се похвали успешно извршеним тестом експлозије Х-бомбе. Кина је била комунистичка држава. У том моменту НАТО је почео се осећа бројчано надјачаним, па је морао све наде да положи на нуклеарне пројектиле. НАТО је тада бројао 2.6 милиона копнених трупа, док је Варшавски пакт имао 4 милиона трупа. НАТО је поседовао 13000 тенкова, а Варшавски пакт 42500. И артиљеријски је ситуација била слична. Наиме, НАТО је имао 10750 артиљеријских јединица, док је други пакт бројао 31500.

НАТО пакт постоји и данас, тако да сви знају о чему се ради. Варшавски пакт је званично назван „Споразум о пријатељству, сарадњи и узајамној помоћи“. Био је војна организација средњоевропских и источноевропских социјалистичких земаља. Успостављен је 14. маја 1955. године да би одбио могући напад НАТО-а (који је створен у априлу 1949. године). Југославија је била једина комунистичка земља Европе која није приступила овом пакту. Стварање Варшавског пакта је било изазвано укључивањем поново наоружане Западне Немачке у НАТО, усвајањем Париског споразума. Пакт је постојао током Хладног рата, све док, након колапса комунистичких земаља у Европи и политичких промена у

Савезу Совјетских Социјалистичких Република, чланице нису почеле да се повлаче 1991. године. Варшавски пакт је званично распуштен у јулу 1991. године.

Током 60их година почело је заговарање теорије о осигураном враћању једнаке штете („MAD – Mutually Assured Destruction“). Идеја се заснивала на томе да ако, на пример, Русија нападне Запад, Запад би им вратио истом мером, ни мање ни више, тј. не би било победника.

До 1981., САД су имале 8000 „ICBM“-ова, а СССР 7000. У исто време, СССР је поседовао 5000 авиона способних да носе нуклеарне бомбе, док је САД имала 4000. Америчка одбрана је за 1981. годину издвојила 178 милијарди долара, а до 1986. године је издвојено 367 милијарди. Процењено је да је до 1986. године у свету постојало 40000 нуклеарних бојевих глава, чија је снага била еквивалентна снази милион бомби бачених на Хиросиму. Британски обавештајци су тада проценили да би само једна Х-бомба средње величине, бачена на Лондон, уништила сваки живи организам у кругу који би се простирао до 30 миља изван тог града.

Доведени у ситуацију, када од својих обавештајаца добијају невероватне извештаје, светски лидери су морали некако да се приближе једни другима и да однос заснују на међусобном поверењу. Све ово је довело до сусрета председника САД, Регана и Русије, Горбачова, у Рејкјавику, где је договорена контрола нуклеарног наоружања у будућности.

2.2 Историјски развој интерконтиненталних балистичких ракета као значајног стратешког оружја

Први „ICBM“ (енг. „ICBM – Intercontinental Ballistic Missile“) је развијан у Немачкој крајем Другог светског рата. Вон Браун је добио задатак да направи ракету чији би домет био довољно велики да се са тла Немачке угрозе Сједињене Америчке Државе. Пројекат је осмишљен тако да се као крајњи циљ добије ракета на два нивоа, која је означена као „А9/А10 – Amerikarakete“. Домет ове ракете је требало да буде између 4100 и 5000 километара. Носила би бојеву главу масе 1000 килограма. Након завршетка рата, Немачки научници који су радили на ракетама, тајно су превезени у САД и СССР, након чега су те државе и саме започеле развој нуклеарног ракетног наоружања.

Године 1953., СССР је започео иницијативу за развој „ICBM“-а. Сергеј Корољов је постао главни дизајнер пројектила. Његов рад је уродио плодом када се 1957. године појавио пројектил Р-7. Р-7 је први пут подвргнут тестирању у августу 1957. године, а 4. октобра исте године је искоришћен за лансирање сателита названог Спутњик 1, који је уједно био и први Земљин вештачки сателит.

У САД је сваки појединачни огранак војске развијао свој „ICBM“, што их је довело у позицију да каскају за Совјетима. САД су свој програм развоја „ICBM“-а започеле 1946. године, ракетом ознака „МХ-774“. Овај програм је отказан 1948. године, након три неуспешна лансирања. Тек 1951. године, САД су започеле нови програм развоја „ICBM“-а, који је резултирао пројектилом названим „Atlas“. Прво успешно лансирање, САД су извеле 17. децембра 1957. године, што је 4 месеца након првог лета Р-7.

Наставком трке у нуклеарном наоружању „ICBM“-ови су постајали све тачнији и имали су све већи домет. Затим су се појавили пројектили који су носили више независних нуклеарних бојевих глава. Свака од глава може да погоди посебан циљ, удаљен и до неколико стотина километара.

У жељи да осигурају оружје „другог удара“, у случају да у првом буду уништени силоси са ракетама на копну, СССР и САД су развили подморнице које су биле способне да носе „ICBM“-ове. Подморнице имају ту могућност да уроне, те самим тим и да се сакрију под морем. На тај начин, оне су могле да сачекају крај првог напада, а онда да лансирају своје пројектиле на непријатељске градове.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

„ICBM“-ови и данас, након краја Хладног рата, имају важну улогу у демонстрацији моћи, те се редовно унапређују ради избегавања све напреднијих технологија против-ваздушне одбране.

3 Нуклеарно оружје – инжењеринг, спецификације, пробе

Излишно је и говорити о „популарности“ ове врсте наоружања. Сваки човек, ма колико био упознат са оружјем, или нуклеарном физиком, чуо је за ову врсту наоружања. Захваљујући својој разорној моћи, која прети да планету доведе на ивицу пропасти, чак и деца знају понешто о томе. У прошлости смо били сведоци великог броја нуклеарних проба које су допринеле загађењу наше околине. Данас су све чешће пробе Северне Кореје, која итекако подиже „популарност“ нуклеарном наоружању.

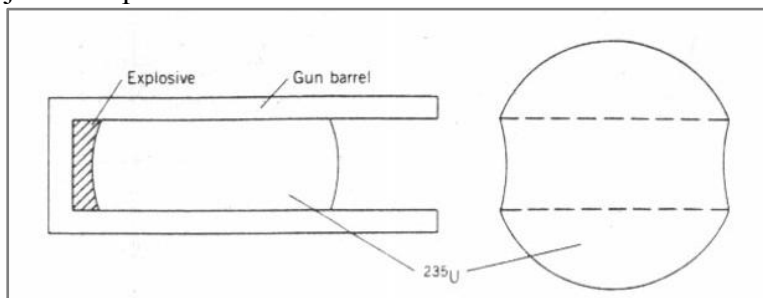
Треба напоменути, да данас постоје разне врсте ракета, чија је разорна моћ далеко већа од првих и чији се принцип конструкције чува у строгој тајности појединачних нуклеарних сила, ван домаћаја других држава и „обичног“ човека. У основи су, ипак, познате две врсте бомби, које ће бити описане у овом поглављу. Реч је о фисионим, или атомским („А“) и термонуклеарним, или хидрогенским („Х“) бомбама. Принцип њихове производње је познат већ дуго времена и није се мењао од тада. Што се тиче А-бомби, постоје два типа конструкције, док је код Х-бомби присутан само један, основни тип конструкције. Такође, у овом поглављу ћемо се осврнути и неке врсте пројектила и њихове спецификације. Све ове ракете су засноване на једном од претходна три наведена типа бомби. Поменућемо и нуклеарне пробе, а на крају и „прљаве“ бомбе, које се користе у терористичким нападима.

3.1 Фисионе бомбе

Као што је већ речено, постоји два типа конструкције фисионих бомби. Прве су фисионе бомбе које раде на принципу пушке (енг. „gun-type“), док је друга врста заснована на принципу компресије. У оба случаја је неопходно гориво држати у подкритичном стању, како не би дошло до ланчане реакције и експлозије у мировању. Ово се постиже раздвајањем критичне масе, што је случај код првог типа, или држањем те масе у већој запремини од критичне, што је случај код другог типа конструисања.

Једна од разлика између бомби је у гориву које користе. Такође, оне се могу разликовати и према врсти материјала који се користе за оклоп. Задатак ове компоненте је да спречи расипање горива пре наступа потпуне фисионе ланчане реакције. Сва настојања војне технике су усмерена ка томе да се што подеснијим облицима, оклопима, распоредом фисионог материјала и што бољом компресијом, постигне највећа могућа искоришћеност потенцијала фисионог горива. Претпоставља се да је степен искоришћења код првих атомских бомби био свега 1 %.

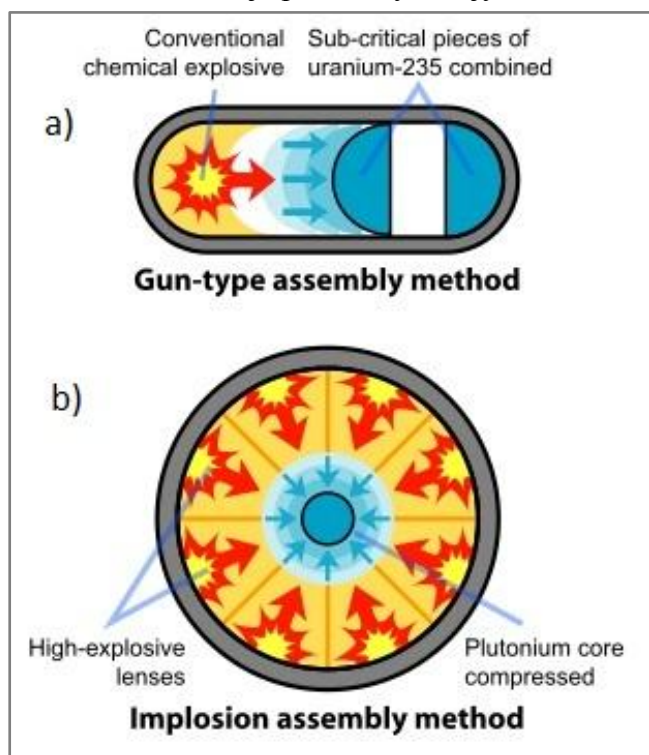
Бомба која се заснива на принципу пушке, може се реализовати на више начина. Један од начина је да се из средине сфере која има критичну масу, извуче део који се смешта у пушчану цев. Овај део се у тренутку детонације испаљује помоћу обичног експлозива, који је смештен у дну цеви (слика 3.1.1). На тај начин се остварује надкритично стање онда када нам је то потребно.



3.1.1 Први начин реализације бомбе која се заснива на принципу пушке

На слици није приказан тампер, који окружује критичну масу и рефлектује разбежале неутроне назад у експлозив. Такође, није приказан ни иницијатор, који представља извор неутрона и гарантује почетак ланчане реакције када је тренутак критичности остварен. Други начин да се оствари овако нешто је, да се сфера критичне масе раздвоји на два дела, те да се онда када желимо да до експлозије дође, на једну или обе сфере дејствује посредством конвенционалног експлозива. Детонација експлозива гура једну сферу на другу, те долази до њиховог спајања, а самим тим и до реализације критичности (слика 3.1.2а). Бомба бачена на Хирошиму 1945. године је била бомба овог типа. Као гориво је употребљен уранијум-235. Енергија која је тада ослобођена је била око 10^{14} J, или еквивалентно енергија која одговара оној коју има 20 kT TNT експлозива (енергија ослобођена из једне тоне TNT-а је око $4 \cdot 10^9$ J).

Други тип конструкције фисионе бомбе, као што је речено, заснива се на принципу компресије. Овде је подкритична маса фисионог материјала у мировању окружена сферном луском обичног експлозива. Када се конвенционални експлозиви детонирају синхронизовано, ударни талас компресује фисиони материјал у надкритично стање (слика 3.1.2б). Први овакви нуклеарни експлозиви су тестирани у Њу Мексику 1945. године, а годину дана касније су бачени на Нагасаки. Ефекат ових бомби је у опсегу од око 20 kT TNT експлозива. Овде је реч о плутонијумским бомбама.



Слика 3.1.2 Конструкција фисионих бомби: а) бомбе које се заснивају на принципу пушке; б) оне које се заснивају на принципу компресије

Иницијатор се налази у центру сфере. Он обезбеђује неутроне за почетак ланчане реакције. Уранијум-238 окружује плутонијум. Он рефлексијом враћа неутроне назад у језгро, а такође може обезбедити и додатне неутроне, кроз фисије индуковане излазећим брзим неутронима.

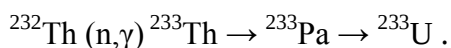
Иако су многи детаљи везани за конструкцију фисионих експлозива поверљиви, на основу познатих физичких димензија, можемо закључити да фисиони материјали заузимају сферу пречника 10 cm, што је грубо процењено маса од око 10 kg. Наиме, за количину ослобођене енергије реда величине 10^{14} J (еквивалент за 20 kT TNT-а) је потребно око $3 \cdot 10^{24}$ фисионих догађаја (око 200 MeV по фисији), што се кореспондира фисијом свих атома у 1 килограму фисионог материјала. Према томе, само 10 % горива у експлозивима заправо доживљава фисије пре него што ослобођена енергија смањи густину фисионог материјала на област подкритичног стања.

3.1.1 Фисиона горива код А-бомби

А-бомбе користе чиста фисиона нуклеарна горива, која подразумевају изотопе чија језгра се распадају на најмање два дела захватањем само једног неутрона. У ове сврхе се најчешће употребљавају ^{235}U , ^{233}U и ^{239}Pu .

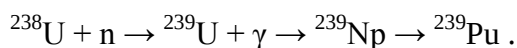
Уранијум-235 је заступљен у природи. Налази се у рудама помешан са другим изоропом уранијума (^{238}U) и то у односу 1:140. Међутим, да бисмо издвојили фисионо гориво у облику уранијума-235, потребно је да пређемо дуг производни пут. Он се састоји најпре од ископавања руде која садржи уранијум, а затим и од њеног прочишћавања у циљу обogaћења садржаја уранијума. Затим следи одвајање ^{235}U од ^{238}U , које није могуће извести хемијским путем, јер оба изотопа имају иста хемијска својства. Дакле, овај поступак се одвија преко физичких процеса, који користе незнатну разлику у маси изотопа. Ово представља веома скуп процес и заправо је највећи проблем при производњи фисионих бомби. У почетку је ово била једина препрека за производњу ове врсте наоружања. Такав луксуз су могле да приуште само најбогатије државе, које имају развијену индустрију. Данас постоје проблеми и у виду међународних договора и покушаја да се заустави или смањи умножавање нуклеарног наоружања, али о томе ћемо у неком од наредних поглавља.

Уранијум-233 не постоји у природи, јер му је период полураспада релативно кратак у односу на старост наше планете. Преко нуклеарних реакција се добија из ^{232}Th . Ово се одиграва у реакторима за обogaћивање, при чему се ^{232}Th излаже брзим неутронима, након чега прелази у ^{233}Th , који се двоструким β^- распадом претвара у ^{233}U :



Уранијум-233 остаје помешан са торијумом-232, али због њихове различитости у хемијским својствима релативно лако се, хемијским путем, моги раздвојити. Овај изотоп уранијума се, попут уранијума-235, цепа посредством неутрона, те се уз поседовање критичне масе лако постиже ланчана реакција. Коришћењем овог горива, лакше се добија бомба веће снаге, јер му је потребна знатно мања критична маса него код осталих фисионих материјала.

Плутонијум-239 такође не постоји у природи. Овај елемент је трансуранијумски (налази се после уранијума у периодном систему елемената), а добија се путем нуклеарних реакција из природног уранијума (^{238}U). Природни уранијум се излаже брзим неутронима, након чега се добија ^{239}U , који двоструким β^- распадом прелази у ^{239}Pu :



Добијени ^{239}Pu је помешан са преосталим ^{238}U који није ушао у реакцију. Ипак, њихова сепарација је релативно једноставна, због велике различитости у хемијским својствима.

Лака хемијска сепарација ^{233}U и ^{239}Pu од полазних сировина, им даје особити значај као нуклеарним горивима, због економичности у односу на ^{235}U , чији је поступак за добијање прилично скуп. За добијање великих количина ова два изотопа, користе се посебни реактори, такозвани бридери, којима је примарна сврха управо производња ^{233}U и ^{239}Pu , а као нуспродукт се добија топлота.

Код сва три поменута горива нуклеарне реакције се одвијају на 40 – 60 различитих начина, тако да се као резултат добија читав спектар радиоактивних, али и стабилних елемената. Број изотопа који се добијају на овај начин се креће преко 100, а већина од њих су радиоактивни.

3.1.2 Ефекти фисионих бомби

Ефекти које фисионе бомбе остављају за собом, што непосредно после експлозије, што на дугорочном плану, познати су понајвише из анализирања података до којих се дошло након бомбардовања Хирошиме и Нагасакија.

Ефекти нуклеарних експлозива се сврставају у неколико категорија: разорна експлозија (ударни талас рапидног ширења), врела радијација (понекад се ово назива и ужарена лопта – енг. „fireball“), директна нуклеарна радијација (ту су углавном неутрони и γ зраци из фисија) и индиректна нуклеарна радијација (из радиоактивних распада фисионих продуката).

Директна штета изазвана ударним таласом нуклеарног експлозива се може објаснити као сферни таласни фронт који се рапидно шири доносећи нагло повећање, а затим и смањење, ваздушног притиска. Густина енергије овог сферног таласног фронта опада са квадратом растојања, али чак и на растојању од 1 километра од 20-килотонске експлозије, притисак се подиже на вредност реда величине једне атмосфере, што је довољно за уништење зграда од цигли. На 2 km, пораст ваздушног притиска је око 0.25 атмосфера, што је довољно за рушење дрвених зграда и разношење њихових рушевина брзином од око 100 миља на сат.

Врела радијација такође опада са квадратом растојања, али опада и преко додатног експоненцијалног фактора који описује апсорпцију и расејање у атмосфери. На растојању од 2 km од центра експлозије, ударни талас (који стиже након 2 секунде за експлозијом) је довољан да произведе опекотине трећег степена на изложеној кожи и да запали одређене материјале, као што су дрво и одећа. Индиректан ефекат многих ватри изазваних овом радијацијом су такозване ватрене олује (енг. „firestorm“), код којих топлота расте из ватри подстакнутих ветровима на нивоу тла, брзина 50 – 100 миља на час, који повећавају интензитет ватре и помажу им да се шире.

Директна нуклеарна радијација, као и претходна, опада са квадратом растојања и експоненцијално, а дистанца на којој летална доза радијације може бити примљена је грубо као и дистанца за озбиљну штету ударним таласом, или озбиљне опекотине изазване врелом радијацијом (реда 1 km за поменуте експлозиве). Чак и мање дозе, које могу бити примљене на већим растојањима могу имати озбиљне дуготрајне ефекте на организам, укључујући и повећан ризик за обољевање од леукемије, канцера или за изазивање генетских промена.

Дугоживећи радиоактивни продукти фисије из експлозија, углавном испаравају и падају на земљу као радиоактивни отпад. Неки од ових материјала могу бити ношени као испарења високо у атмосферу, одакле се шире углавном висинским ветровима. Овај радиоактивни облак може кружити горњом атмосфером годину дана или више, пре него што падне на земљу. Многи краткоживећи продукти се распаду за ово време, а значајнији изотопи који остају након тога су ^{90}Sr и ^{137}Cs . Први је потенцијално доста опаснији, зато што је хемијски сличан калцијуму и може се концентрисати у костима, где се распада оставивши за собом рак костију.

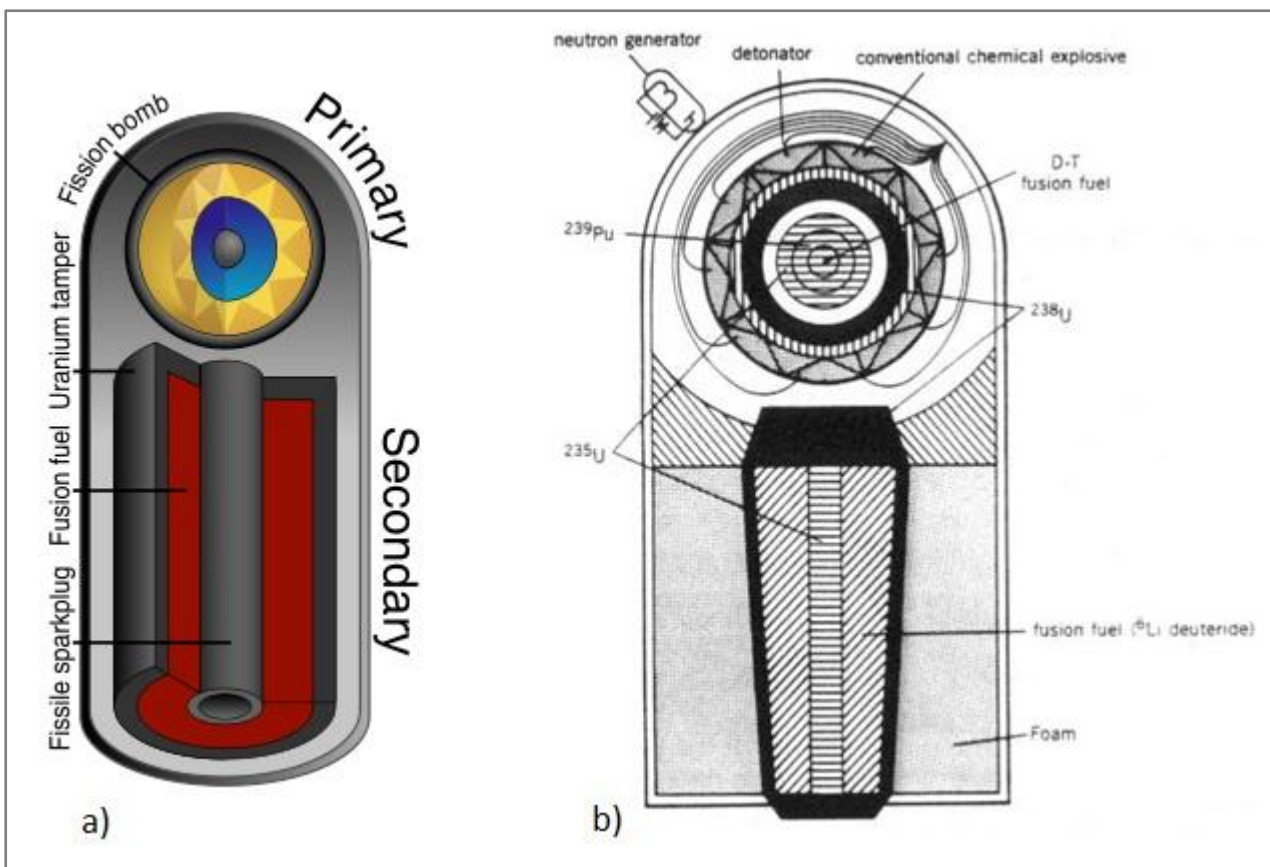
Ако бомба експлодира довољно близу тла материјал са површине Земље се подиже у облику лопте, где се може мешати са облаком продуката фисије и даље кондензовати у честице, које се шире са ватреном лоптом и хладе. Ове честице поново падају на тло релативно брзо (након неколико часова) и то у домету који је ограничен ниским локалним ветровима. Популација која се налази чак десетинама или стотинама миља далеко, може бити изложена озбиљним, врло често леталним, дозама радијације која потиче из распада краткоживећих фисионих продуката.

Ефекти нуклеарних експлозија могу бити заиста застрашујући. Међутим, далеко страшније ефекте човечанство је упознало само деценију касније, када су почеле прве пробе фузионих термонуклеарних бомби, које имају 1000 пута већу снагу.

3.2 Термонуклеарне бомбе

Ово оружје има три реда величине већу снагу него фисионо. Основне реакције на којим се заснива једна термонуклеарна бомба су термонуклеарне реакције, па је по томе ово наоружање и добило име. Код претходно описане врсте бомби, случај је био да ланчану реакцију покреће и одржава стално увећање неутрона. Овде међутим, до ланчане реакције долази сталним порастом температуре, која је одговорна за савладавање Кулонове баријере и за ступање у реакцију све већег броја лакших језгара. Закључујемо дакле, да снага бомбе није ограничена неком критичном величином масе, већ теоретски може расти повећањем количине материје, која са порастом температуре ступа у реакцију фузије. Са друге стране, уколико бисмо желели да се термонуклеарне реакције дешавају између средње тешких језгара, морали бисмо још више да подигнемо температуру, како би дошло до савладавања још виших Кулонових баријера. Ипак, тада би добијена енергија била у лошој сразмери у односу на уложену, тако да је излишно разматрати такве случајеве. Снага термонуклеарних бомби је дакле, ограничена количином употребљеног термонуклеарног горива. Опет, са друге стране, ограничена је и одређеним проблемима у констукцији. Наиме, као што је већ речено, у Земаљским условима је тешко направити температуру реда величине 10^{10} К, која је потребна за покретање термонуклеарних реакција, тако да иницирање ланчане реакције није могуће извести обичним експлозивом, као што је то био случај код А-бомбе.

Проблем са иницирањем, односно производњом високе температуре која покреће термонуклеарне реакције, решен је увођењем фисионог експлозива, чијом експлозијом добијамо довољне температуре. Једино су нуклеарне експлозије брзи, а уједно и покретни извори способни да достигну такве температуре. Дакле, радијација из фисионих експлозива је одговорна за загревање и компресију термонуклеарних горива.



Слика 3.2.1 а) Шематски приказ термонуклеарне бомбе; б) детаљан шематски приказ

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

На слици 3.2.1 је дат шематски приказ термонуклеарне бомбе. Детонација хемијског експлозива компресује љуску од уранијума-238 до уранујума-235 и плутонијума-239, уводећи их у стање критичности, што иницира фисиону експлозију. Фисиона реакција се увећава малом количином Д-Т горива које се налази у центру сфере. Ова Д-Т мешавина обезбеђује додатне неутроне за фисиону експлозију. Х и γ зраци који настају у фисионој експлозији доводе до испарења полистиренске пене, која потискује љуску уранијума-238 до главног фузионог горива, а такође га и загрева до температуре паљења, те на тај начин изазива почетак термонуклеарне реакције. Брзи неутрони ослобођени путем фузија изазивају нове фисионе реакције уранијума-235 и уранијума-238, повећавајући разорну моћ оружја.

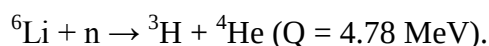
Брзи неутрони ослобођени приликом фузије, могу бити употребљени за стварање додатне енергије експлозива, што се постиже окруживањем фузионог горива кућиштем од уранијума-238, који ступа у реакције фисије са брзим неутронима. Због тога читава операција и ослобођена енергија у термонуклеарном оружју зависи од фисија-фузија-фисија циклуса. Око половине снаге типичног стратешког оружја може произаћи из фисије као финалног процеса.

Један од типова термонуклеарних бомби су неутронске бомбе. Дејство ове бомбе се заснива на изузетно јаком примарном неутронском зрачењу. Одликује их мала снага и веома велика радијација. Намењена је унуштењу живе силе дејством неутрона велике енергије.

3.2.1 Горива која користе Х-бомбе

Горива која се користе за ову врсту нуклеарног наоружања су описана у 1.2 поглављу о фузији. Ту су описане реакције водоника, тешког водоника (деутеријум), односно супертешког водоника (трицијум), чије присуство на нашој планети је неисцрпно.

Први термонуклеарни експлозив је користио течно миксовано гориво, што је захтевало гломазну апаратуру за хлађење како би се постигла и одржавала ниска температура неопходна за течни водород. Данас се за оружје користи чврсто литијумско гориво, добијено сепарацијом изотопа литијум-6. Неутрони који се ослобађају из примарне фисионе експлозије (и секундарних фузија) конвертују литијум у трицијум:



Чак и за нискоенергетске неутроне, трицијум носи довољно енергије (2.7 MeV) да лако савлада Д-Т Кулонову баријеру и иницира фузионе реакције. Слично као и код технике за унутрашњу конфинацију контролисане фузије, загревање, неутрони и α честице доприносе одржавању реакције, све док експанзија горива не заврши реакцију.

3.2.2 Ефекти термонуклеарних бомби

Деструктивни ефекти 1 – 10 мегатонског нуклеарног наоружања се могу предвидети из дискусије о фисионим оружјима из поглавља 3.1.2. Радијус унутар ког долази до комплетног уништења ударним таласом и ватреном олујом грубо варира са кубним кореном снаге оружја. Он је према томе, реда величине изван километра растојања, колико је карактеристично за фисиона оружја. Претпоставка је да на око 10 километара растојања од центра експлозије, ово оружје изазива комплетно уништење.

Смањењем доприноса фисије (на пример елиминисањем уранијума-238), уклања се већина радиоактивних фисионих продуката из рушевина експлозије, те се на тај начин креира релативно „чиста“ експлозија, ослобођена дугорочних ефеката, које изазивају фисиони продукти кроз радиоактивне падавине и зрачење са површине земље. Пошто је снага експлозије примарни циљ стратешког оружја, претпоставља се да је већина оружја из арсенала САД „прљаво“, које је засновано на принципу фисија-фузија-фисија.

Такође постоје и оружја ниске снаге, која спадају у тактичку категорију. У ову категорију спада и оружје повећане радијације, односно неутронско оружје. Елиминацијом ^{238}U , ово „мало“ оружје (килотонско оружје) производи интензиван налет неутрона. Оно има циљ да достави леталну дозу радијације чак и кроз оклопна возила, као што су тенкови. Претпоставља се да неутронска бомба од око 1 kt излаже људе, заштићене оклопном плочом, радијацији од 10^3 rad на растојању од 1 km од центра експлозије. Услед таквог зрачења долази до смрти у наредних неколико дана. Таква оружја повећане радијације су дизајнирана да пробијају оклопе, заустављајући на тај начин напредовање војске, посебно оне која врши напад на територију браниоца. У овом случају је пожељно смањење штете ударним таласом. Коришћење мегатонског оружја би пре унуштило домовину, него што би је спасило.

Ефекти фузионог оружја на популацију и објекте су слични онима код фисионог оружја, са одговарајућим факторима уведеним ради израчунавања разлике у експлозивним снагама. Додатни ефекат који није размотрен код претходног оружја су електромагнетни импулси (ЕМП). Брзи γ и x зраци, ослобођени у експлозији интерагују са молекулима у ваздуху (преко Комптоновог ефекта и јонизације) производећи велику струју електрона која се шири од центра експлозије. Ови електрони су убрзани магнетним пољем Земље. Услед њиховог убрзања се стварају електромагнетни таласи који се простиру у облику импулса. Експлозија од око 1 мегатон ударног таласа, која би се одиграла неколико стотина километара изнад центра САД, обухватила би подручје читаве САД и изложила ову државу електричном пољу од 10^4 V/m . Такав импулс би разорио електричну мрежу и комуникације неопходне за одлучујуће акције у ратном стању.

Сценарио тоталног нуклеарног рата би био посебно ужасан. Према анализама појединих америчких стручњака, 1000 а можда чак и више нуклеарних бојевих глава снаге еквивалентне снази мегатоне ТНТ-а, експлодирало би у неколико минута широм територије САД. Вероватно би око 50 % становништва САД страдало у таквом нападу од комбинације ударног таласа, топлоте, ватре и радијације. Ударни талас и ватрена олуја би разорили већину градова, ЕМП ефекат би унуштио електричну енергију и комуникационе системе. Остатак популације би се суочио са дугорочним ефектима радиоактивних падавина и са болестима и гладовањем, који би произашли из свеукупног уништења. Недавни прорачуни указују на чињеницу да би прашина и дим створени из „размене ватре“ кружили кроз атмосферу блокирајући Сунчеву светлост. Агрокултуре би било немогуће узгајати, услед настанка оштрих климатских промена, које би изазвале и вечиту „нуклеарну зиму“. Гледајући на овај начин, све несугласице између појединих нација морају постати безначајне, како би се избегле страхоте, које би произашле из нуклеарног рата. Другим речима, не постоји оправдање за почетак нуклеарног сукоба.

3.3 Врсте нуклеарних пројектила

Нуклеарни пројектили, као уосталом и ракете које немају нуклеарну бојеву главу, могу се поделити на више начина. Подела се може направити према начину достављања бомби, према домету, снази пројектила итд. Као што је већ напоменуто на почетку ове главе, спецификације везане за већину ракета, као и начин њихове производње, строго су чуване тајне оне земље која је произвела те врсте пројектила. Ипак, познате су спецификације и примена неких оружја која су већ прилично застарева.

У следећим поглављима ће бити уведена подела према начину достављања ракета. Увешћемо појмове балистичких ракета, ракета типа ваздух-земља, земља-земља пројектиле, па чак и неке ваздух-ваздух пројектиле, који углавном носе мале нуклеарне бојеве главе.

Достављање нуклеарних бомби представља технологије или системе који се користе за испуштање бомби на одређено место, што је могуће ближе мети. Постоји неколико метода које су развијене у циљу обављања оваквих задатака.

Стратешко нуклеарно оружје је најпре коришћено као део застрашивања. Претња је била усмерена на огромне мете, као што су градови. Оружје чија је сврха уништење искључиво војних циљева, као што су одређене војне трупе, комуникације, или инфраструктурне мете, познато је као тактичко нуклеарно оружје. Бомбе које су бачене на Хирошиму и Нагасаки 1945. године, биле су много слабије од већине данашњег тактичког оружја. Ипак, оне су постигле жељене ефекте у стратешком смислу.

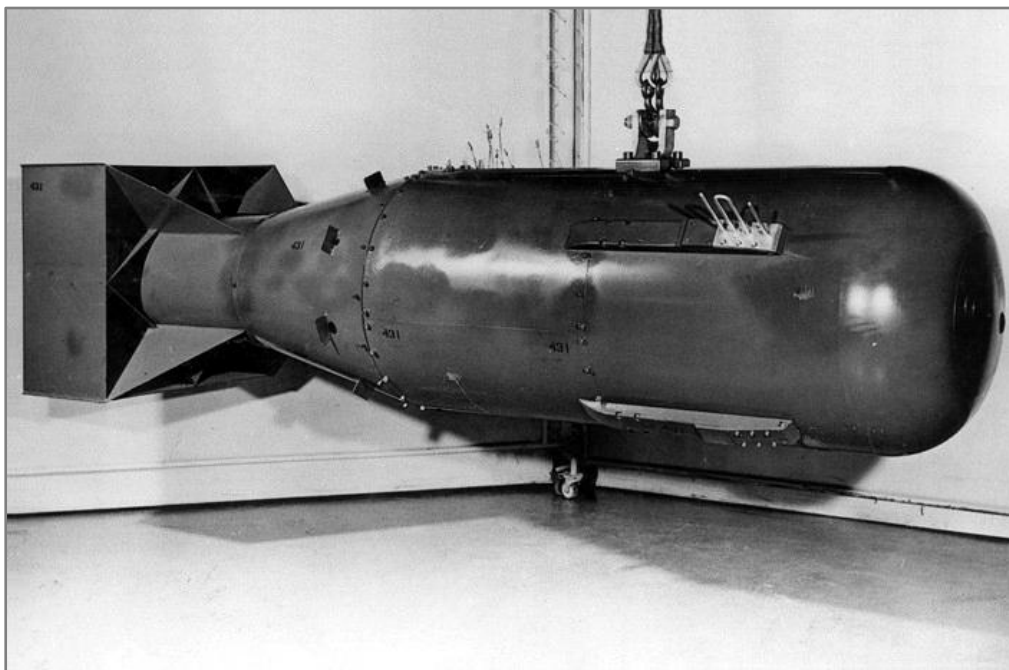
3.3.1 Гравитационе бомбе

Први метод доставе, а уједно и усамљени метод који је коришћен приликом испоруке нуклеарних бомби у рату, био је метод испуштања бомби помоћу бомбардера. У годинама које су довеле до проналаска и развоја нуклеарних пројектила, ово је ипак остао најпрактичнији начин испоруке. Чак и у данашње време, када се већина нуклеарних пројектила не заснива на слободном паду, бомбардовање из ваздуха је остало, као примарни начин офанзиве приликом достављања нуклеарних бомби. Већина бојевих глава које су у власништву САД су у облику бомби, само један мали део је у форми пројектила.

Гравитационе бомбе су дизајниране да буду испуштене из авиона, што значи да су морале бити направљене да поднесу вибрације и промене у температури и притиску ваздуха током трајања лета. Из тог разлога прва оваква оружја су најчешће имала преносиво језгро ради испуњења услова сигурности. Језгро је било монтирано у току лета од стране посаде. Посада је морала да познаје услове сигурности, како бомба не би била детонирана или испуштена током лета. Једна од варијанти је била и да бомба има осигурач, који доводи до иницирања детонације. Нуклеарно оружје САД које је задовољавало ове критеријуме је било обележено са „В“ након чега би следио одређени број. „В61“ је, на пример, била прва бомба те деценије у нуклеарном арсеналу САД.

Постоје различите методе испуштања бомби. Познате су методе бацања, затим испуштања са падобраном, као и режим спуштања бомби. Све ове методе су осмишљене на тај начин да посади авиона оставе времена да избегну први ударни талас.

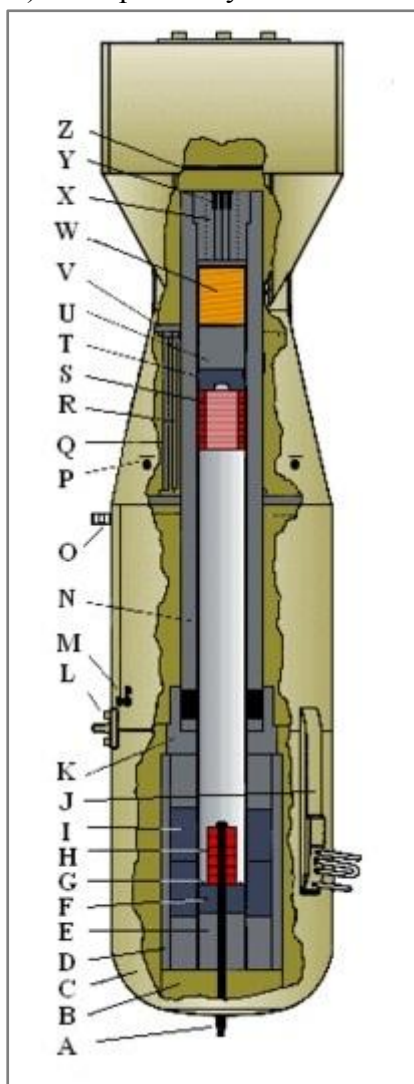
Неке од првих бомби које су коришћене су биле „Little Boy“ (слика 3.3.1.1) и „Fat Man“ (3.3.1.3). Ове две бомбе су биле велике и веома гломазне.



Слика 3.3.1.1 „Little Boy“

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

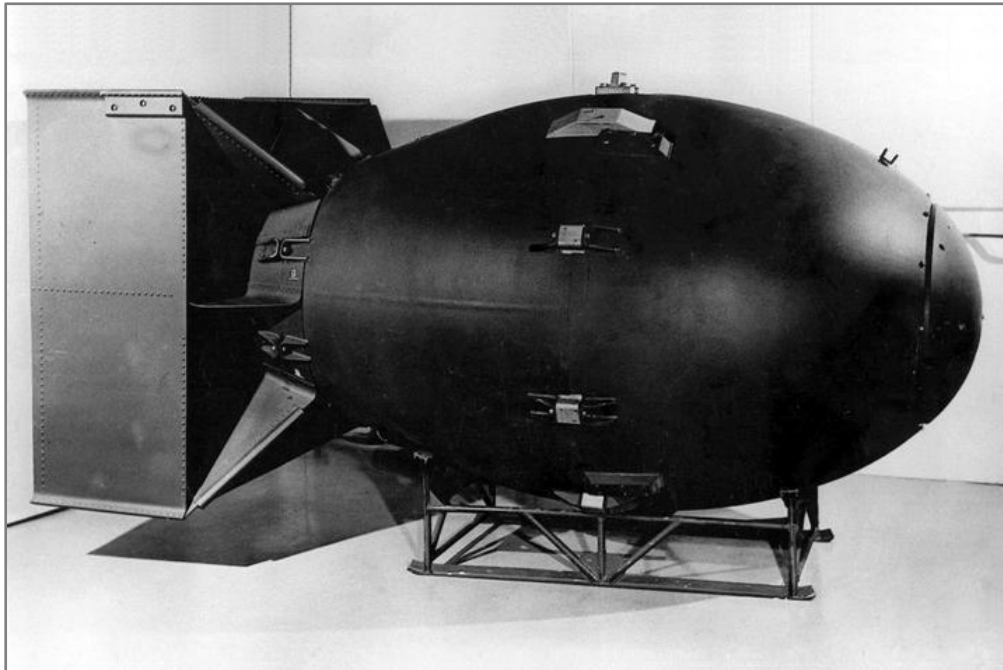
Компоненте бомбе и њихов распоред су још увек строго поверљиви, како не би дошло до злоупотребе и могућег искоришћења од стране терориста, или појединих политички нестабилних држава. Ипак, на основу неких фотографија и сведочења појединих чланова особља, део по део, склопљен је највероватнији распоред компоненти и направљена шема. Детаљна шема попречног пресека ове бомбе, која је имала ознаку „Y1852 – Little Boy“ је дата на слици 3.3.1.2. Цифре у заградама показују број идентичних компоненти које се налазе у бомби. Нису приказане неке компоненте, као што су: „APS-13“ радарске јединице, кутија од сата, батерије, жице које повезују електронику, итд. На слици су означени: А) чеони завртањ, закачен за главни челични штап дијаметра 1 инч (2.54 cm), који држи компоненте мете; В) чеони ковани челични чеп, дијаметра 15 инча; С) ковано кућиште мете; D) „К-46“ челични омотач мете; Е) наковањ који апсорбује ударце; F) тампер чеп од волфрам-карбида; G) полонијум-берилијумски иницијатори (4); H) прстенови мете од уранијума-235 (6); I) цилиндрични волфрам-карбидни четворо-режањски омотач, дијаметра 13 инча; J) „Yagi“ монтажна антена (4); K) адаптер за цев кућишта мете; L) помоћни окидач; M) чепови наоружања (3); N) шупља пушчана цев од 6.5 инча; O) електрични чепови (3); P) барометарски порт (8); Q) оклопна цев која садржи капислу везану за жицу (3); R) шипка за разврставање (3); S) прстенови пројектила од уранијума-235 (9); T) диск пројектила од волфрам-карбида; U) челик иза пројектила; V) омотач који ојачава пушчану цев; W) вреће са барутом (4); X) пушчани пробијач са унутрашњим чепом који се може уклонити; Y) електричне пушчане каписле ознаке XV (3); Z) оклоп.



Слика 3.3.1.2 Попречни пресек
бомбе „Y1852 – Little Boy“

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

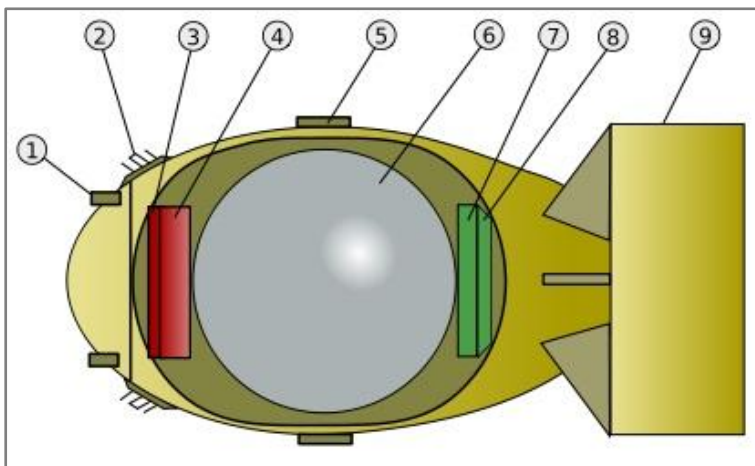
„Fat Man“ је било шифровано име за бомбу која је 9. августа 1945. године бачена на Нагасаки. Као што је већ речено, ова бомба се заснивала на принципу имплозије. Језгро је имало масу 6.2 килограма, а било је састављено од изотопа плутонијума-239. Маса читаве бомбе је била 4.633 тоне, висина 3.3 метра, а пречник 1.5 метара. Ова бомба је слична бомби „The Gadget“, која је 16. јула исте године тестирана у Њу Мексику, у тзв. Тринити тесту.



Слика 3.3.1.3 „Fat Man“

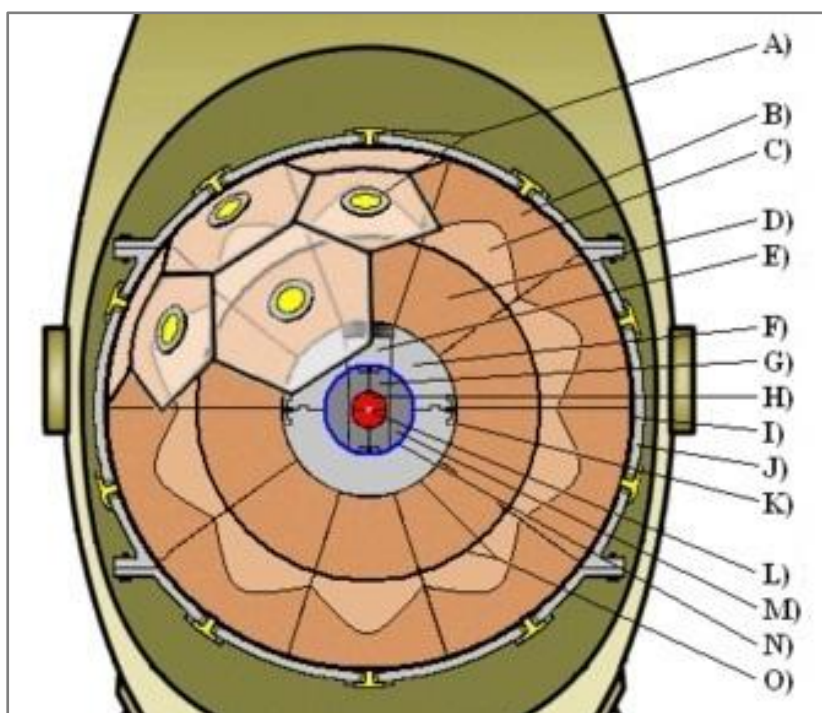
Иако је већина података везана за поменуте бомбе била поверљива током и после Другог светског рата, подаци везани за „Fat Man“, који се тичу главних делова су били озваничени. Због специфичних интереса, Совјетски Савез је инфилтрирао у Лос Аламос своје шпијуне, који су 1945. године послали у Москву опис „Fat Man“ бомбе. Руска Влада је 1992. године објавила ове податке.

На слици 3.3.1.4 је дат уопштени шематски приказ. Компоненте које су овде представљене су: 1. „AN 219“ контактни осигурач (4); 2. „Archie“ радарска антена; 3. плоча са батеријама (служи за детонацију експлозива који окружује нуклеарне компоненте); 4. Х-јединица, експлозивна направа, смештена у близини пуњења; 5. шарка која повезује два елипсоидна дела бомбе; 6. физички пакет (деталније на слици 3.3.1.5); 7. плоча са инструментима (радари, прекидачи барометара и тајмери); 8. цев барометарског колектора; 9. „калифорнијски падобран“ монтажни реп (од алуминијумске превлаке дебљине 5.1 mm).



Слика 3.3.1.4 Уопштени шематски приказ „Fat Man“-а

Детаљан попречни пресек „Y1561 – Fat Man“ имплозионе сфере са свим компонентама, дат је на слици 3.3.1.5. Цифре у заградама представљају број одређених компоненти. Компоненте које су означене словима енглеског алфавета су: А) „1773 EBW“ детонатори који су смештени у оцаке појединачних чаура (32); В) Б компоненте спољашњег сочива (32); С) компоненте спољашњег сочива купастог облика (32); D) Б компоненте унутрашњег пуњења; Е) преносиви алуминијумски потискивач филтер-врата која су чепом притиснута за горњи потискивач хемисфере; F) алуминијумски потискивачи хемисфера (2); G) цеви од легуре (^{238}U) дводелни тампер чеп; H) плутонијум-239 хемисфере (2); I) облога од плуте; J) седмоделне дуралуминијумске сфере; K) алуминијумске посуде које држе хемисфере на окупу (4); L) полонијум-берилијумски иницијатор; M) цев од легуре (^{238}U) тампер сфера; N) O) Филцом пуњени слој који се налази испод сочива и унутрашњег пуњења.



Слика 3.3.1.5 Детаљан попречни пресек „Y1561 – Fat Man“ имплозионе сфере

3.3.1.1 Нуклеарне ракете типа ваздух-земља

Нуклеарне ракете типа ваздух-земља су ракете које носе нуклеарну бојеву главу и лансирају се из ваздуха на циљеве на земљи. Овде ћемо описати два пројектила X-15 и X-22.

Радуга X-15 (НАТО ознака „AS-16 Kickback“) је кратकोдометна нуклеарна ракета типа ваздух-земља, развијена и произвођена од стране фирме „Радуга“ из СССР-а.

Развој X-15 је почео касних шездесетих, док је ракета ушла у употребу у раним осамдесетим, ношена од стране стратешког бомбардера Туполева Ту-22М и других бомбардера. Постоје три варијанте ове ракете: противбродска X-15А са активним радарским навођењем, X-15П са радарским трагачем чија је намена уништавање радарских гнезда, и основна X-15. Осим класичног облика, сама ракета на задњем делу има три мала закрилца, распоређена симетрично, са осама које се секу под угловима од 120° . Овакав дизајн се не среће често у војној индустрији.

По лансирању, X-15 се пење на висину 30 000 до 40 000 m, на којој су и по дану већ видљиве звезде, на којој се задржава. На овом делу путање брзина ракете је око 5 000 – 5 300

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

km/h. По приближавању циљу, ракета се устремљује на доле и погађа тло при брзини од око пет маха.

Спецификације

- **Дужина:** 4.78 m
- **Пречник:** 455 mm
- **Распон крила:** 0.92 m
- **Маса при лансирању:** 1 200 kg
- **Бојева глава:** 150 kg
- **Навођење:** инерцијанло, активно радаром или праћење радарских фарова
- **Максимална брзина:** око пет махова
- **Домет:** 150 km
- **Прецизност:** непозната



Слика 3.3.1.1.1 Нуклеарни пројектил X-15

Радуга X-22 (НАТО ознака „AS-4 Kitchen“) је дугачка, великодометна противбродска ракета са нуклеарном бојевом главом, развијена од стране СССР. Била је намењена за потапање америчких носача авиона и њихових борбених јединица.

X-22 је развијан од касних педесетих мимо Совјетског јавног мишљења да су пројектили типа земља-земља будућност и да су бомбардери са људском посадом застарели. Суочени са претњом да би њихови бомбардери били разоружани, војно-ваздухопловне снаге и национална авијација СССР су се залагали за конверзију својих тешких бомбардера у носаче ракета. X-22 (Комплекс 22) је била развијена од МКБ Радуга (Биро за дизајн, Радуга) и коришћена за наоружавање Ту-22. Први оперативни пројектили су били спремни у 1962.

Спецификације

- **Дужина:** 11.3 m
- **Размах крила:** 3.35 m
- **Пречник:** 0.9 m
- **Маса при лансирању:** 5 900 kg
- **Брзина:** четири маха
- **Домет:** 440 km
- **Навођење:** Интерно и активно, радаром
- **Бојева глава:** 1 000 kg јакоексплозивна или нуклеарна 350 kt



Слика 3.3.1.1.2 Нуклеарни пројектил Х-22 на Ту-22М3

3.3.2 Интерконтиненталне балистичке ракете

Најпре ћемо објаснити појам балистичких ракета уопште, а затим ћемо се осврнути на интерконтиненталне балистичке ракете као једну од врста поменутих. Балистичка ракета је ракета која прати суборбиталну балистичку путању лета са циљем достављања бојеве главе на унапред одређену мету. Навођена је само током релативно кратке иницијалне фазе лета, а касније њеним летом управљају закони орбиталне механике и балистике. До сада направљене балистичке ракете, као погон током лета користе хемијске ракетне моторе разних типова. Ракета може бити у великој мери балистичка, а ипак способна за одређене маневре избегавања. У том случају се понекад користи израз квазибалистичке ракете. Балистичке ракете могу да се лансирају са фиксираних или мобилних лансирних места, укључујући возила, летелице, бродове и подморнице.

Интерконтинентална балистичка ракета (енг. „ICBM – Intercontinental Ballistic Missile“) је балистичка ракета великог домета (преко 5.500 km), обично направљена за лансирање нуклеарног оружја, то јест једне или више нуклеарних бојевих глава. Због великог домета и разорне моћи, у свеопштем нуклеарном рату, подморничке и копнене интерконтиненталне балистичке ракете би носиле већину разорне снаге, а бомбардери би носили остатак.

Интерконтиненталне балистичке ракете се по већем домету и брзини разликују од других балистичких ракета: балистичких ракета средњег домета, кратког домета и тактичких балистичких ракета. Категоризовање ракета по домету је субјективне природе, и границе између категорија су изабране унеколико произвољно, тако да ни ове класе нису чврсто разграничене.

Свих пет земаља сталних чланица Савета безбедности Уједињених нација имају оперативне системе интерконтиненталних балистичких ракета. Све имају подморничке ракете, а Русија, Сједињене Државе и Кина такође имају и копнене ракете.

Код већине „ICBM“-ова лет се одвија на сличан начин. Може се рећи да увек разликујемо три фазе лета:

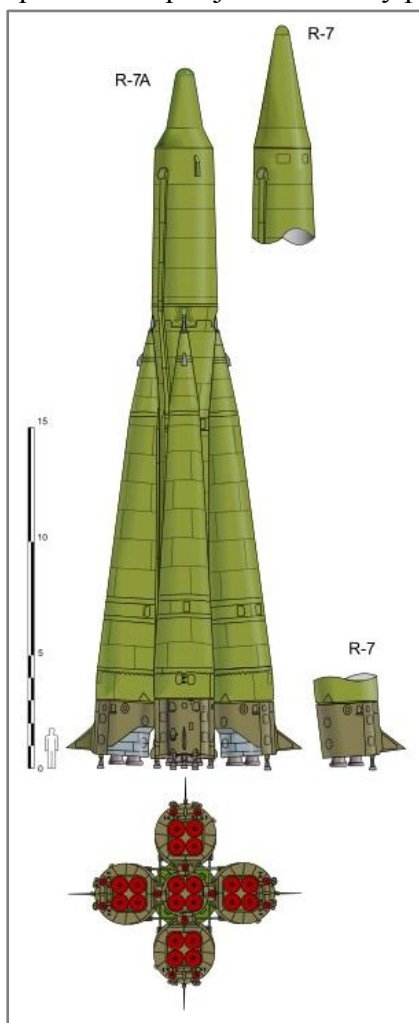
1. Фаза узлетања – траје од 3 до 5 минута (краће је за пројектиле који користе чврсто гориво); на крају ове фазе пројектил достиже висину од 150 до 400 километара и креће се брзином од око 7000 m/s;
2. Фаза лета – траје око 25 минута; пројектил изводи подорбитални лет крећући се по елиптичној путањи (замишљена елипса је таква да јој је вертикална оса, велика оса); апогеј се налази отприлике на висини од 1200 km, а већа полуоса елиптичне путање је

између 3186 и 6372 km, чиме се постиже пресецање путање пројектила са тачком на Земљи коју он гађа; приликом ове фазе пројектил може избацити више бојевих глава, балона са слојем метала, ометача радара или сличних мамаца;

3. Фаза обрушавања – последња фаза лета, која траје око 2 минута; бојева глава се обрушава на мету брзином од око 4 km/s (код првих „ICBM“-ова, брзина је била мања од 1 km/s); у овој фази бојева глава може маневрисати, како би избегла одбрану и збунила противника.

Прва истраживања везана за интерконтинентални балистички пројектил су почела у Немачкој још пре краја Другог светског рата. Ова испитивања нису приведена крају, јер је Немачка капитулирала. О овоме је већ било речи у глави 2, која се тиче историјског развоја нуклеарног наоружања. Поновићемо само да је први „ICBM“ био конструисан од стране Совјетског Савеза. Означен је као Р-7 Семјорка.

Дакле, Р-7 Семјорка је био први интерконтинентални балистички пројектил произведен и коришћен од стране СССР-а током хладног рата између 1959. и 1968. године. Ова ракета је имала висину од 34 метра, дијаметар јој је износио 3 метра, а тежила је 280 тона. Била је подељена на два нивоа. За погон је имала ракетне моторе који су користили гориво у течном стању (течни кисеоник и керозин). Имала је 4 спољашња ракетна потисника и један средишњи мотор који се протезао кроз први и други ниво. Ракета је била прецизности око 5 km, а домет је износио 8800 km. Носивост овог пројектила је била 3000 t, а носио је једну бојеву главу снаге еквивалентне снази коју има 30 Mt ТНТ експлозива. Навођење се вршило инерцијално помоћу радио везе.



Слика 3.3.2.1 Шематски приказ пројектила Р-7 Семјорка

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Модерни „ICBM“-ови носе углавном више нуклеарних бојевих глава (енг. MIRV – multiple independently targetable reentry vehicles), што даје могућност да један пројектил погоди више мета. „MIRV“ се појавио као одговор на развој антибалистичких пројектила.

„ICMB“-ови данас могу бити постављени на више начина:

- у силосу који пружа одређену заштиту у случају напада;
- на подморницама: тада су „ICBM“-ови означени као „SLBM“ (енг. „Submarine Launched Ballistic Missiles“); имају једнак домет и носивост као копнени „ICBM“-ови;
- на покретним лансирним камионима (слика 3.3.2.2); предност лежи у њиховом тежем уништавању;
- мобилним носачима лансерима на железничким пругама; пример за то је „РТ-23УТТХ Молодец”.



Слика 3.3.2.2 Пример модерног мобилног „ICBM“-а

3.3.2.1 Активни и неактивни „ICBM“-ови

У овом поглављу ће бити набројани активни и неактивни „ICBM“-ови, као и имена држава које их су их развиле. Набројане су углавном основне варијанте ракета са својим првим ознакама. Већина од тих ракета је усавршавано, те су углавном све имале своје наследнике (ово се односи углавном на САД и Русију, зато што су ове две државе кроз Хладни рат много пута побољшавале пројектиле). Тако је, на пример, од „Atlas“ пројектила (Atlas I, Atlas II итд.) данас у употреби једино „Atlas V“. За руске пројектиле су у заградама дате ознаке које су у употреби од стране НАТО алијансе.

САД

- „SM-65 Atlas“
- „SM-68 Titan“
- „LGM-30 Minuteman“
- „LGM-118 Peacekeeper“
- „MGM-134 Midgetman“
- „UGM-27 Polaris“
- „UGM-73 Poseidon“
- „UGM-96 Trident“

СССР/Русија

- МР УР-100 („SS-17“)
- Р-7 („SS-6“)
- Р-9 („SS-8“)
- Р-16 („SS-7 Saddler“)
- Р-36 („SS-9“)
- РС-24 („SS-29“)
- РСМ-52 („SSN-20 Sturgeon“)
- РТ-23 („SS-24 Scalpel“)
- РТ-2ПМ Топол („SS-25 Sickle“)
- РТ-2УТТХ Топол-М („SS-27 Sickle B“)
- УР-100 („SS-11“)

Кина

- „DF-5“
- „DF-31“
- „DF-31A“

Француска

- „М4“
- „М45“
- „М51.1“
- „М51.2“

Индија

- „Agni-V“

3.3.3 Крстареће ракете

За почетак ћемо објаснити појам крстарећих ракета и принцип на којем почивају ови пројектили, а потом ћемо објаснити њихову улогу у ношењу нуклеарних бојевих глава. Елем, крстарећа ракета је вођена летелица са великом количином експлозива у бојевој глави, која као погон користи мотор. Користи се за уништавање циљева на копну и мору. Пројектована је тако да има уграђену велику бојеву главу у структури свог трупа, са високом прецизношћу погађања. Модерне крстареће ракете могу да се крећу надзвучним или високим подзвучним брзинама, са аутономном навигацијом и управљањем. Могу да лете на путањи изузетно мале висине. Навигација се углавном обавља кроз комбинацију инерцијалног навигационог система, система за праћење терена (енг. „TERCOM“ – Terrain Contour Matching), препознавање слике циљаног подручја, „GPS“, а делимично и уз подршку радара са антеном која има прорезе. Напредна технологија, развијана за вођене ракете и навођене бомбе, касније је примењена у најсавременијој апликацији код модерних крстарећих ракета.

Као погон се обично користи двопроточни турбомлазни мотор, или набојномлазни мотор, а понекад чак и ракетни мотор, за брзе против-бродске ракете.

Разликују се од беспилотних летелица, пошто се користе једнократно и то само као оружје. Код крстареће ракете, цело тело, како уређаји уређаји тако и бојева глава, заједно се униште у мисији. Од балистичке ракете се разликује, по томе што има сталан погон и управљање током целог лета. Посматрано са становишта аеродинамичког аспекта, разлика је у томе што има подршку уграђених крила приликом узлетања, за разлику од стратешке и тактичке ракете земље-земља.

Лансирање крстареће ракете може бити са подморнице, брода, авиона или земље. Она лети ниско, на висини од 15 до 100 метара, да би се што теже била откривена и праћена противничким радаром. Такође, тешко се детектује ИЦ сензором, због ниске топлотне емисије.

Сједињене Америчке Државе имају 460 крстарећих ракета „AGM-129 Advanced“ (слика 3.3.5.2), са „W80“ нуклеарним бојевим главама (150 kt). Носе их бомбардери „B-52H“, на спољашњим носачима. Такође, постоји око 350 морнаричких крстарећих ракета са истим нуклеарним бојевим главама. Домет ове ракете је 3000 km, а лансира се са пловних објеката. Сви ови пројектили су дуго времена смештени у складиштима. Крстарећа ракета „SSM-N-8 регулус“ је такође пројектована да носи нуклеарне бојеве главе.

Русија има крстареће ракете X-55CM, сличне америчким „AGM-129“, домета од 3000 km, али су у стању да носе моћније бојеве главе, снаге 200 kt. Опремљене су комбинацијом инерцијалног навигационог и система за праћење терена („TERCOM“), којим прате конфигурацију земље на веома малој висини лета (110 метара и ниже), на подзвучним брзинама, са тачности средњег могућег одступања од 15 метара. Оне се лансирају са било ког од бомбардера типа Тупољев (Ту-95, Тупољев Ту-22М, или Тупољев Ту-160). Ту-95 је у стању да носи 16 ракета, Ту-160 12 ракета и четири ракете Ту-22М. Верзија ракете са смањеном уочљивошћу (стелт) је у фази развоја. Њена ознака је X-101. Она има сличне особине као и X-55, осим што је њен домет повећан на око 5000 km. Опремљена је са конвенционалном бојевом главом од 1000 kg.

3.3.4 Остали начини испоруке нуклеарног наоружања

Друге потенцијалне методе испоруке нуклеарних бомби укључују артиљеријске гранате и мине, као што су „MADM“ (енг. „Medium Atomic Demolition Munition“) и „Blue Peacock“, затим нуклеарне дубинске бомбе, које су коришћене за потапање подморница, као и нуклеарна торпеда, која су била ношена од стране подморница. Такође, тестирани су и нуклеарни минобацачи, а чак је дизајнирана и нуклеарна базука, која би била коришћена против формације великог броја тенкова.

„MADM“, као што и сам превод каже, представља муницију за демолирање. То је тактичко нуклеарно оружје, развијено од стране САД, за време Хладног рата. Дизајнирано је да буде коришћено као нуклеарна граната, али и за друге тактичке задатке. Снага експлозива је релативно мала, еквивалентна снази 1 – 15 килотона ТНТ-а, а користи бојеву главу ознаке „W45“. Маса једне гранате је 181 килограм. Коришћено је између 1965. и 1986. године.

„Blue Peacock“ је веома чудна врста тактичког нуклеарног оружја. Био је то пројекат Велике Британије, 50их година 20ог века. Циљ пројекта је био складиштење великог броја мина у Немачкој, које би биле постављене на северу те државе, те би се у случају инвазије Совјетског Савеза са истока, мине активирале преко нагазних жица.

Педесетих година прошлог века, САД су развиле мале нуклеарне бојеве главе, које су служиле за одбрану ваздушног простора. Један од пројектила се звао „Nike Hercules“, а читав пројекат се звао „Nike project“. Током његовог трајања развијена је читава фамилија против-ваздушних ракета.

Даље, од 50их до 80их година, САД и Канада су радиле на изради ваздух-ваздух пројектила слабе снаге са нуклеарним врхом. Носио је бојеву главу „W25“, снаге 1.5 kt ТНТ-а. Производња је престала 1962. године, а за то време је произведено преко 3000 комада. Ракета је означена као „AIR-2 Genie“ (слика 3.3.4.1) и била је претеча анти-балистичких пројектила, јер је даљи развој њеног концепта и повећање бојеве главе, довело до открића управо поменутих пројектила. САД су престале са производњом нуклеарног оружја за заштиту ваздушног простора и повукле су га из употребе. Русија је наставила да одржава наоружање ове врсте које је наслеђено од Совјетског Савеза.



Слика 3.3.4.1 Ваздух-ваздух ракета ознаке „AIR-2 Genie“

Постоје и мала, преносива тактичка оружја, која се обично носе између два човека, иако потешкоће у комбиновању довољне снаге и преносивости, умањују њихову практичност. Оваква је, рецимо, специјална атомска демолирајућа муниција (енг. „SADM – Special Atomic Demolition Munition“).

„SADM“ је била фамилија нуклеарних оружја, која су била замишљена да буду ношена од стране човека, односно да их испоручује човек. Ова врста оружја је произведена од стране војске САД 60их година, али никада није употребљена у правој борби. Замишљено је да се ово наоружање користи на тлу Европе, у случају инвазије Совјетског Савеза. Амерички инжењери су га произвели како би озрачили непријатеља, уништили га и лишили га кључне комуникације кроз непрегледне пределе Источне Немачке. Трупe су биле трениране да се спусте падобранима у делове Западне Европе, који би били окупирани од стране Совјета, те да униште електране, мостове и бране. Планови који су укључивали мале нуклеарне направе, били су осмишљени тако да се једна особа спусти падобраном, из било ког типа летелице, носећи са собом направу. Било је у плану да се спусти у луку или друго стратешко место, које има приступ мору. Друга особа, која није имала оружје, би пратила прву, у случају да затреба одређена врста помоћи. Овај тим, који су сачињавала два човека, сместио би пакет на циљану локацију, а затим би пливао у океан, где би их чекала подморница.

Педесетих и шездесетих година, САД су развиле неколико различитих врста лаког нуклеарног оружја. Најмања од њих је била нуклеарна бојева глава „W54“, дужине 400 милиметара, чији је пречник износио 270 милиметара. Маса јој је била око 23 килограма. Снага јој је варијала од 1 до 10 килотона ТНТ-а. Ова бојева глава је коришћена од стране Дејви Крокет система наоружања.



„М-28“ Дејви Крокет систем наоружања је био тактички нуклеарни бестрзајни топ, који је испаливао нуклеарну гранату ознаке „М388“. Ово је био најмањи систем нуклеарног наоружања икада (слика 3.3.4.2), а име је добио по америчком војнику, конгресмену и народном хероју Дејвију Крокету.

Слика 3.3.4.2 Дејви Крокет систем наоружања

3.4 Опис појединих бојевих глава

„W25“ је мала бојева глава развијена од стране ратног ваздухопловства САД и научне лабораторије у Лос Аламосу, у сврхе одбране ваздушног простора. Била је то фисиона бомба номиналне снаге од 1.5 kt ТНТ-а. Развој оружја је почео 1954. године, а било је предвиђено да се користи против непријатељских бомбардера. Бојева глава „W25“ је монтирана на поменути ваздух-ваздух пројектил „AIR-2 Genie“, који је коришћен за наоружавање авиона ловаца ознака „F-89 Scorpion“, „F-101B“ и „F-106“. Ова ракета је коришћена од 1957. године и у почетку је била означена као „MB-1 Ding Dong“. Једини корисник, поред Америке, била је Канада, чији су авиони марке „CF-101 Voodoos“ носили ове пројектиле до 1984. године. Поменута бојева глава је била тешка од 98.8 до 100.2 kg, дугачка 68 cm и имала је пречник од 44 cm. Као гориво је користила и уранијум и плутонијум.

„W53“ је коришћена као бојева глава на „Titan II“ интерконтиненталној балистичкој ракети, а повучена је из употребе 1987. године и замењена нуклеарном бомбом ознаке „B53“ (слика 3.4.1). Ова бомба је била термонуклеарног типа, велике снаге, осмишљена да буде разбијач бункера. Била је распоређена на истоименим стратешким бомбардерима. Својом снагом, која је еквивалентна снази од 9 мегатона ТНТ-а, ова бомба је била најмоћније оружје америчког арсенала након повлачења из употребе бомбе „B41“, 1976. године. Дијаметар бомбе је износио 1.3 m, дужина 3.76 m, а укупна маса јој је била око 4 тоне. Дизајнирана је од 1958. до 1961., а произвођена од 1961. до 1965. године. Укупно је направљено око 340 примерака. Као гориво је користила литијум-6 и деутерон. „B53“ као и „W53“, већ дуго није активна. Њена примена је престала много пре 2010. године. Последња је расформирана 25. октобра 2011. године. Повлачењем ове бомбе, примат највеће је преузела „B83“, чија је максимална снага 1.2 мегатона ТНТ-а, а која је још увек у употреби. Као разбијач бункера данас се користи „B61“ нуклеарна бомба.



Слика 3.4.1 Нуклеарна бомба ознаке „B53“

„W54“ је била најмања бојева глава икада развијена од стране Сједињених Држава. Била је веома компактно нуклеарно оружје имплозионог типа, креирано да се користи у тактичке сврхе. Имала је веома малу снагу за једно нуклеарно оружје. Ова бојева глава је монтирана на поменуту нуклеарну гранату ознаке „M388“, која је коришћена од стране Дејви Крокет система наоружања (слика 3.3.4.2).

„W61“ је основа за већину данашњих бојевих глава које користи војска САД. Члан је фамилије „B61“ термонуклеарних бомби и бојевих глава, чији се принцип базира на основној

нуклеарној бомби ознаке „B61“. Ова бомба је развијана у Лос Аламосу од 1960. године. Намера је била да се направи бомба велике снаге (најмање 100 килотона ТНТ-а), а ипак довољно мала да буде ношена испод крила борбених авиона. Дизајнирана је 1963. године, а до масовне производње је дошло 1968. године. Укупан број произведених бомби је износио 3155. Маса бомбе је 320 kg, дужина 3.56 m, а дијаметар јој је 33 cm.

„W80“ је мала термонуклеарна бојева глава која наоружава крстареће ракете, а чува се у залихама нуклеарног арсенала САД. Снага јој варира од 5 до 150 kt ТНТ-а. Користи се код крстарећих ракета које се лансирају из ваздуха (енг. „ALCM – Air-Launched Cruise Missile“) и код напредних крстарећих ракета (енг. „ACM – Advanced Cruise Missile“), које представљају слабо видљиве, подзвучне крстареће ракете, које имају турбо погон и лансирају се из ваздуха. Такође, користе се и код морнаричких двојника поменутих ракета, пројектила названих „BGM-109 Tomahawk“, који представљају дугодометне, подзвучне крстареће ракете, које се могу користити у свим временским условима. Ова бојева глава представља модификацију нашироко коришћених „B61“ нуклеарних бомби, чија форма представља основу већине тренутних САД пројектила. „W84“ је веома слична бојева глава која наоружава „BGM-109G Gryphon“. Ово је врста пројектила која се испаљује са земље (енг. „GLCM – Ground Launched Cruise Missile“). Коришћена је од стране САД у периоду између 1983–1991 године. Цена једног пројектила износи 1.3 милиона долара. Маса ракете износи 1.2 тоне, дужина 5.56 метара, а пречник 0.52 метра.



Слика 3.4.2 Крстареће ракете са нуклеарном бојевом главом: а) „AGM-86 ALCM“; б) „AGM-129 ACM“; в) „BGM-109 Tomahawk“

„W81“ је термонуклеарна глава за коју је планирано да буде монтирана на пучина-ваздух пројектил (енг. „SAM – Surface-to-Air Missile“), који би користила америчка морнарица (слика 3.4.3). Дизајн оружја је требао да се заснива на „B61“ врсти бомби, као и многе друге, за данашње време модерније бомбе. Истраживања су довела, више пута, до промене идеја које су биле везане за ову бојеву главу. На почетку је замишљено да ово буде неутронска бомба, затим чиста фисиона, да би на крају развој био прекинут 1986. године, без иједног извршеног теста.

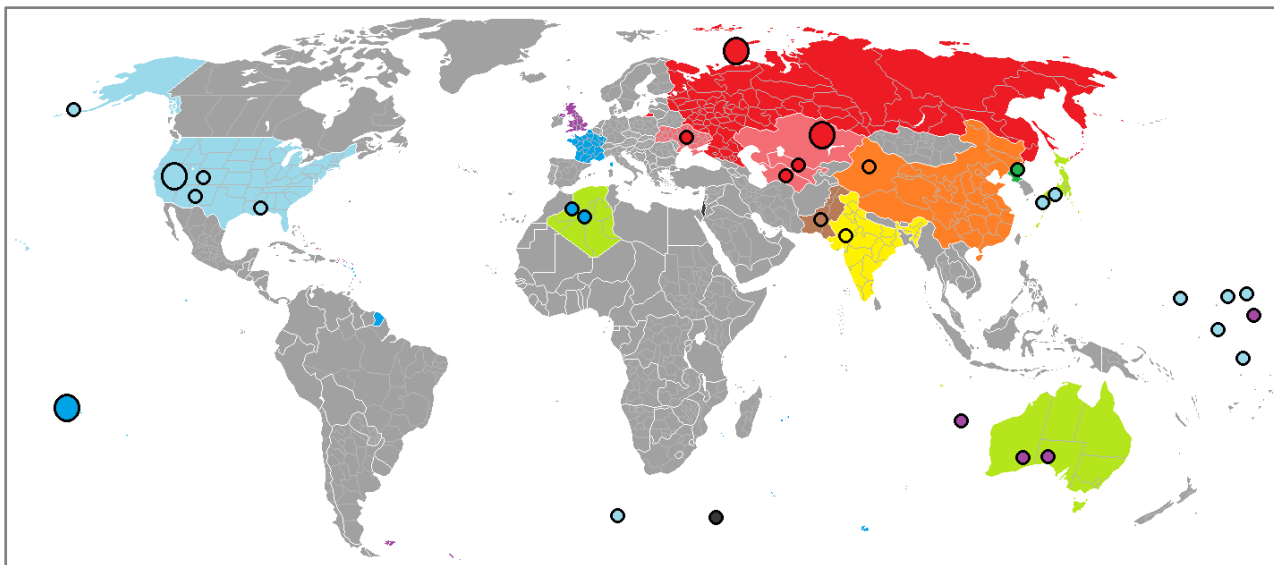


Слика 3.4.3 Пројектил који би користио бојеву главу „W81“

3.5 Нуклеарне пробе

Нуклеарне пробе тј. тестирање нуклеарног оружја, односи се на експерименте које изводи војска или влада неке државе како би утврдила учинковитост и разорну моћ нуклеарног оружја. Током 20. века, већина држава које су развиле нуклеарна оружја су извршиле и њихова тестирања. Тестови откривају како та оружја функционишу под различитим околностима, те како се поједине структуре понашају када се нађу у радијусу експлозије. Такође, нуклеарно тестирање је често представљало доказ научне и војне снаге неке државе, а све у циљу застрашивања супарника, те су стога и многи тестови били политичке природе.

Кроз историју се одиграло много тестова. Хладни рат је утицао на брзину нуклеарних проба, које су се изводиле нехајно и у малим временским размацима. Политичарима и војним старешинама је понајмање било битно колико се планета загађује на овај начин. Трудили су се да, из дана у дан, проналазе све разорнија оружја, која би потом тестирали и на тај начин свом непријатељу показали супериорност. У даљем тексту се нећемо бавити историјом нуклеарних проба, али изнећемо податке о тестовима сваке појединачно државе. Такође, даћемо слику изведених проба, која би требало да дочара број званичних проба које су се одиграле до данашњег дана (слика 3.5.1). Треба напоменути, а то се на поменутој слици може лако и уочити, да је број тестирања на северној хемисфери знатно већи него на јужној. На јужној хемисфери се издваја тек понека нуклеарна проба.



Слика 3.5.1 Мапа нуклеарних проба које су извршене до данас

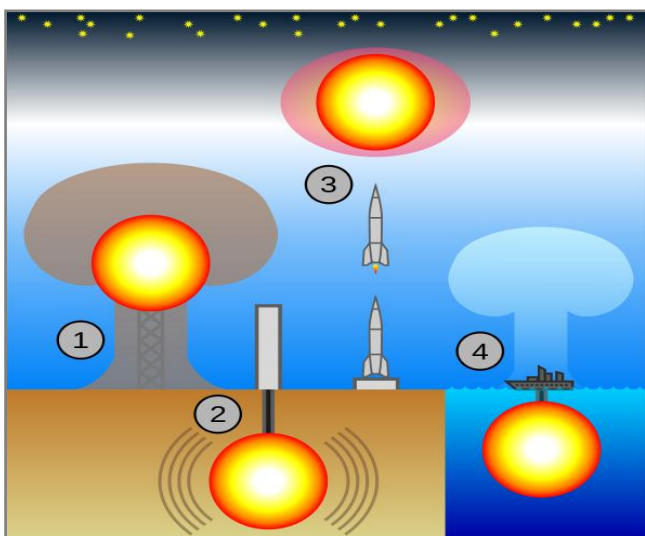
Постоји четири главне врсте нуклеарних проба (слика 3.5.2):

1. Атмосферске пробе – односе се на експлозије које се одигравају у Земљиној атмосфери; традиционално су се одигравале на торњевима, балонима, отоцима или су бомбе бацане из авиона; нуклеарне експлозије које су довољно близу тла да могу да повуку ситне честице, песак и отпад у тзв. облак печурке, могу да произведу нуклеарне падавине;
2. Подземне пробе – односе се на нуклеарно тестирање које се одвија испод површине Земље, на различитим дубинама; подземне детонације биле су најчешћа врста тестирања САД и СССР-а током Хладног рата; остало тестирање забранила је Повеља о ограничавању нуклеарних проба, 1963. године (Повељу су потписале Велика Британија, САД и СССР, а нису Француска и Кина, које су вршиле остале врсте проба до 1974. односно 1980. године, респективно); када је експлозија потпуно обуздана, избацује занемарљиву количину отпада; ипак, могу се каткад пробити и на површину,

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

те довести до значајне количине нуклеарне падавине, па чак и до сеизмолошке активности; 1976. године, САД и СССР су ограничили снагу подземних тестова на максимално 150 килотона ТНТ-а;

- Егзоатмосферске пробе – односе се на тестирање у нивоима изнад атмосфере; нуклеарне бојеве главе се овом приликом монтирају на ракете; као последица, понекад се могу створити нуклеарни електромагнетни импулси (НЕМП), који набијају честице широм хемисфере и доводе до ефекта ауре, односно поларне светлости; најпознатији амерички егзоатмосферски тест је „Starfish Prime“ из 1963. године;
- Подводне пробе – односе се на детонације нуклеарног оружја испод воде; бомбе су углавном прикачене за брод који потом бива уништен у експлозији; иако су такве пробе ређе, ипак су извођене; овакве детонације могу распршити велике количине радиоактивних честица по води или потоцима, чиме би загађење било велико.



Слика 3.5.2 Четири врсте нуклеарних проба

Подземни тестови, као једини дозвољени након 1963. године су настављени у САД све до 1992. године, у СССР-у до 1990. године, у Великој Британији до 1991. године, а у Француској и Кини до 1996. Након потписивања Повеље о далекосежној забрани тестирања 1996. године, све поменуте државе су се обвезале да ће прекинути нуклеарно тестирање. Две нуклеарне силе које нису потписале, Индија и Пакистан, су за сада задњи познати тест извеле 1998. године. У новије време, последње нуклеарно тестирање извела је Северна Кореја у фебруару 2013. Ова држава је тако једина која још увек врши пробе нуклеарног оружја.

До данашњег дана, нуклеарне силе су извеле преко 2000 нуклеарних експеримената у другој половини 20. века. Ово је број нуклеарних проба по држави:

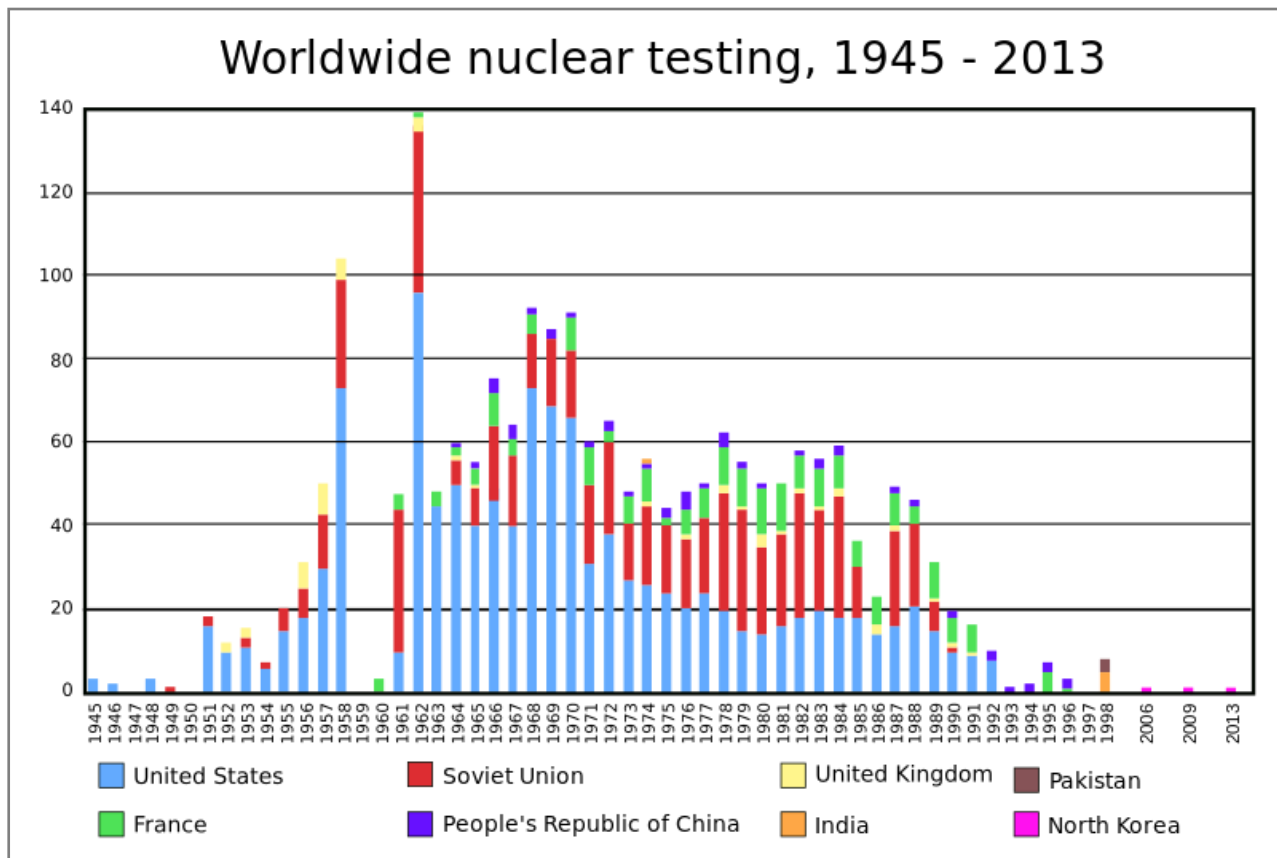
- САД: 1054 огледа према званичним подацима; локације су биле: Невада, Маршалови отоци, Аљаска, Колорадо, Мисисипи и Нови Мексико; прва проба је извршена 16.07.1945. године („Trinity“); последња проба је извршена 23. септембра 1992. године; најјача детонација је била снаге еквивалентне снази од 15 Mt ТНТ-а, а до ње је дошло приликом пробе која се одиграла 13.10.1954.;
- СССР (Русија): 715 нуклеарних проба према службеним подацима, од којих већина на следећим подручјима: Семипалатинск, Новаја Земља, Казахстан, Туркменистан и Украјина; прва 29.08.1949. („РДС-1“), последња 1990. године; најјача детонација је била снаге еквивалентне снази од 50 Mt ТНТ-а (31.10.1961., „Цар бомба“);
- Француска: 210 према званичним подацима (од којих је 160 подземних), на следећим локацијама: алжирска Сахара, Фангатауфа, Моруроа (Француска Полинезија), Бен Вениф и Хамагуир; прва проба је извршена 13.02.1960., а последња 1996. године;

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

- Велика Британија: 45 нуклеарних проба (21 у Аустралији а остале у Индијском океану и у сарадњи са САД у Невади); прва је извршена 03.10.1952. године („Hurricane“), а последња 26. новембра 1991. године; најјача детонација снаге 3 Мт ТНТ (28.04.1958.);
- Кина: 45 тестирања, од којих је 23 атмосферска и 22 подземна, крај Лоп Нура, у Малану и Ксинџиангу; први тест извршен 13.10.1964. („596“), а последњи 29.07.1996.;
- Индија: 6 подземних у временском интервалу између 1974. и 1998. године; први тест 18.5.1974. године („Насмешени буда“), а последњи 13.5.1998. године;
- Пакистан: 6 подземних нуклеарних проба 1998. године крај Балуцистана уз границу са Авганистаном; тестирања је осудила међународна заједница, но пакистанске власти су изјавиле да су морале да реагују, као одговор на индијско нуклеарно тестирање; ипак, потврдили су да не желе трку у наоружању; прва проба 28.5.1998. године („Chagai-I“), а последња 30.5.1998. године;
- Северна Кореја: три нуклеарне пробе између 2006. и 2013. године; након сваке, Савет безбедности Уједињених нација изгласао је нову рунду санкција против те државе; прва проба 9.10.2006. године; последња проба 12.02.2013. године.

Додатно, можда су биле три непотврђене нуклеарне експлозије, но само се једна сматра озбиљном, а то је инцидент у Вели у Индијском океану 1979. године, за који се сматра да га је извела Влада Јужне Африке у сарадњи са Владом Израела.

Од прве нуклеарне пробе, која је извршена 1945. године, до тестирања нуклеарног наоружања у Пакистану 1998. године, никада није било паузе која је трајала дуже од 22 месеца, између две пробе. Период између јуна 1998. и септембра 2006. године је најдужи период „мировања“ између два теста, још од 1945. године. Највише проба је изведено 1961. године, чак 140. На слици 3.5.3, дат је график на ком је представљена заступљеност проба у свакој години појединачно, а обухваћен је период од 1945. године, па све до данас.



Слика 3.5.3 График нуклеарног тестирања од 1945. године до данас

3.6 „Прљаве бомбе“

Као да данас опасност од нуклеарних бомби, те свеопштег уништења и загађења планете, нису довољни страхови, постоје бојазни и од нуклеарних терористичких напада. Како то увек бива, као нуспродукт проналаска неке врсте наоружања, долази до појаве нових подмуклих оружја, која појединци или паравојне групе развијају и користе на још суровији и безобзирнији начин, него што се могло и помисли на самом почетку стварања оружја. Елем, као нуспродукт нуклеарног наоружања, настале су такозване „прљаве бомбе“.

Уређаји за ширење радиоактивности (енг. „RDD – Radiological dispersion devices“), познатији као „прљаве бомбе“ (енг. „Dirty Bombs“), могу бити конструисани од стране било кога ко има приступ радиоактивним материјалима. Ове бомбе се лако могу добити комбиновањем радиоактивног материјала са хемијским експлозивом. Оне представљају радиолошко наоружање, а не нуклеарно. Сврха употребе ових бомби је ширење радиоактивне контаминације, а не изазивање неке нарочите штете кроз њену експлозију.

Велики радиоактивни извори се могу пронаћи на многобројним локацијама, где се употребљавају у медицинске или индустријске сврхе. Овакви извори имају јачину и до неколико хиљада кирија. Радионуклиди који могу бити коришћени су цезијум-137 (^{137}Cs , $T = 30.1$ год.), кобалт-60 (^{60}Co , $T = 5.3$ год.) и стронцијум-90 (^{90}Sr , $T = 28.8$ год.). Последице ширења радијације из експлозивних направа ове врсте, зависе од величине извора и фракције која настаје у ваздуху.

4 Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

У даљем тексту ћемо пробати да докучимо колика је тренутно количина нуклеарног наоружања у свету. Као што је већ објашњено, поделићемо државе у три групе, а за сваку од њих ћемо навести неке од података везаних за квантитет нуклеарног оружја, како из савремене литературе, тако и са интернета и из појединих дневних листова. Такође, осврнућемо се и на нуклеарне пробе из скоријег времена, које је махом изводила Северна Кореја. Да би анализа била што успешнија, у уводу ћемо најпре истаћи споразуме, везане за контролу нуклеарног наоружања, који су постигнути током историје, а на снази су и данас. Они су уско везани на нашу тему, зато што имају директан утицај на смањење наоружања.

4.1 Споразуми везани за контролу нуклеарног наоружања

Као што је већ речено у глави 2, током Другог светског рата, САД су уз помоћ Велике Британије, развиле и користиле атомске бомбе. Најпре су у јулу 1945. године извеле прву нуклеарну пробу, назвавши је „Тринити“ тест, а затим су бомбардовале Хирошиму и Нагасаки. Друге државе су, такође, предузеле кораке за увођење сопствених нуклеарних програма. Убрзо затим, нуклеарна ера је почела и претња од употребе нуклеарног оружја је наставила да буде једна од главних тачака спорова кроз цео двадесети век. Након Другог светског рата, Уједињене нације као и целокупна међународна заједница, биле су одлучне у намери да остваре ефективан напредак на пољу тоталног разоружања, укључујући забрану и одстрањивање свих врста оружја за масовно уништење, као и забрану њиховог развоја, производње и складиштења. Нагло ширење нуклеарног оружја, условило је појаву неколико декларација којима се ограничава ширење ове врсте наоружања.

Процес редукције нуклеарних арсенала подразумева постојање бројних иницијатива, како билатералних (обично између САД и Русије), тако и мултилатералних (под окриљем УН), за смањење нуклеарног оружја, од којих су неке и дале очекиване резултате, тј. довеле до значајног смањења нуклеарног оружја. Иницијатива за потпуно укидање нуклеарног оружја није непозната у међународној политици. Горбачов је 1986. међу првима предложио план за свет без нуклеарног оружја до 2000. године. Како ово није уродило плодом многи лидери су, у годинама које су сад већ иза нас, изашли са истим предлогом пролонгираним за 2020. годину.

Већ 24. јануара 1946. године, првом резолуцијом Генералне скупштине Уједињених нација, позвано је на одстрањивање атомског и сваког другог оружја подобног за масовно уништење, из националних наоружања држава чланица. До првог успешног међународног договора везаног за контролу ширења нуклеарног наоружања, дошло је након предлога тадашњег председника САД, Двајта Ајзенхауера. Предлог, који је изнет 1953. године, назван је „Атоми за мир“ (енг. „Atoms for Peace“) и подразумевао је помоћ САД другим државама, у потрази за мирољубивим применама атомске енергије, а ускраћивао је технологије потребне за наоружавање. Овај предлог је довео до оснивања Међународне агенције за атомску енергију (енг. „IAEA – International Atomic Energy Agency“), 1957. године, која је имала две улоге. Прва је била популаризација употребе нуклеарне енергије у мирољубиве сврхе, док је друга представљала увођење обезбеђења и инспекција, које би радиле на превенцији употребе енергије за нуклеарно наоружање. „IAEA“ подноси извештај Уједињеним нацијама, али није под њиховим покровитељством. Финансирана је од стране држава које су њене чланице, укупно њих 136. Чланови су све државе које се баве нуклеарним активностима, или имају потенцијал да у будућности остваре тако нешто. Изузетак је Северна Кореја, која је из Агенције иступила у јуну 1994. године.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Од средине педесетих година двадесетог века, Сједињене Државе и Совјетски Савез су почели да спроводе веома бројне термонуклеарне тестове у атмосфери (слика 4.1). Радиоактивни инциденти, који су били последица ових тестова су дали повода за све веће међународне критике, што је довело до прве победе поборника забране тестирања. Наиме, дошло је до потписивања Споразума о делимичној нуклеарној забрани тестирања, који је потписан 1963. године, а забранио је нуклеарна тестирања у свемиру, атмосфери, испод воде, али не и под земљом. И док је овај споразум смањив нуклеарне инциденте, нуклеарна тестирања су, не само настављена, него и знатно повећана.



Слика 4.1 Прва успешна проба хидрогенске бомбе („Ivy Mike“) у атмосфери

Следећи и веома значајан корак у напору да се предухитри ширење нуклеарног наоружања, био је Споразум о забрани ширења нуклеарног наоружања (енг. „NPT – Non-Proliferation Treaty“), постигнут од стране међународне заједнице и Уједињених нација 1968. године. Прве земље потписнице, биле су САД, Велика Британија и СССР, управо 1968. када је споразум и отворен за потписивање. Управо ове три државе су означене као „Управе складиштења“ (енг. „Depository Governments“), када је „NPT“ ступио на снагу 1970. године, потписивањем од стране 97 земаља света и ратификацијом споразума од стране њих 47. До данас је укупно 189 земаља ратификовало овај споразум укључујући и пет нуклеарних сила (три наведене и Кина и Француска; енгл. „NWS – Nuclear Weapon States“). У поглављу 3.5 је напоменуто да су Индија и Пакистан, а касније и Северна Кореја, једине државе за које се са сигурношћу зна да поседују нуклеарно наоружање, али да нису прихватиле „NPT“. Ипак, више земаља је ратификовало овај споразум него било који други, који се тиче ограничавања наоружања и разоружавања, што само осликава његов значај. Споразум је такође успоставио систем заштите под контролом Међународне агенције за атомску енергију. Преамбула Споразума, чија је сврха мотивисање земаља потписница, изражава жељу за:

- превенцијом ширења нуклеарног наоружања;
- помоћи у свесрдном ширењу нуклеарних технологија, у мирољубиве сврхе;

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

- постизањем прекида трке у нуклеарном наоружању и кретањем ка нуклеарном разоружавању;
- прекидањем проба нуклеарног наоружања.

На овај начин, Споразумом је покушано да се дође до одвраћања од производње енергије у војне сврхе, са једне, и подстицања мирољубивих метода њене примене, са друге стране.

„NPT“ ће остати упамћен по стварању суштинске асиметрије између земаља које представљају нуклеарне силе и оних које то нису. Нуклеарне силе су управо и дефинисане овим документом (члан IX, одељак 3) као оне које су „... производеле и тестирале нуклеарно наоружање, или друге нуклеарне експлозивне направе пре 1. јануара 1967. године“. Дакле, на овај начин, као нуклеарне силе означене су САД, НР Кина (као наследник Републике Кине), Русија (као наследник СССР), Француска и Велика Британија. Ове земље су биле победници у Другом светском рату, што за последицу има да су управо оне сталне чланице Савета безбедности УН. Њихов нуклеарни статус није последица чланства у СБ, иако се понекад користи као савремено оправдање за њихово континуирано присуство у том телу.

Када нека држава постане део Споразума, кључна обавеза је да не ради ни на који начин нешто што би, директно или индиректно, помогло у развоју нуклеарног наоружања државе која није нуклеарна сила. Све државе потписнице Споразума, које нису једна од нуклеарних сила, обавезале су се да неће примити нити правити нуклеарно оружје. Такође, ове земље преузимају обавезу да прихвате инспекцију која прати да не дође до диверзије, те да нуклеарна енергија која се користи у мирољубиве, не почне да се користи у војне сврхе. Инспекција се поставља у сваку земљу у договору који је постигнут са „IAEA“. „NPT“ (из 1970. године) указује (у члану X) да ће конференција бити одржана за 25 година (1995) да би се „... одлучило да ли ће Споразум остати на снази на неодређено време, или ће бити продужен на одређен период или периоде“.

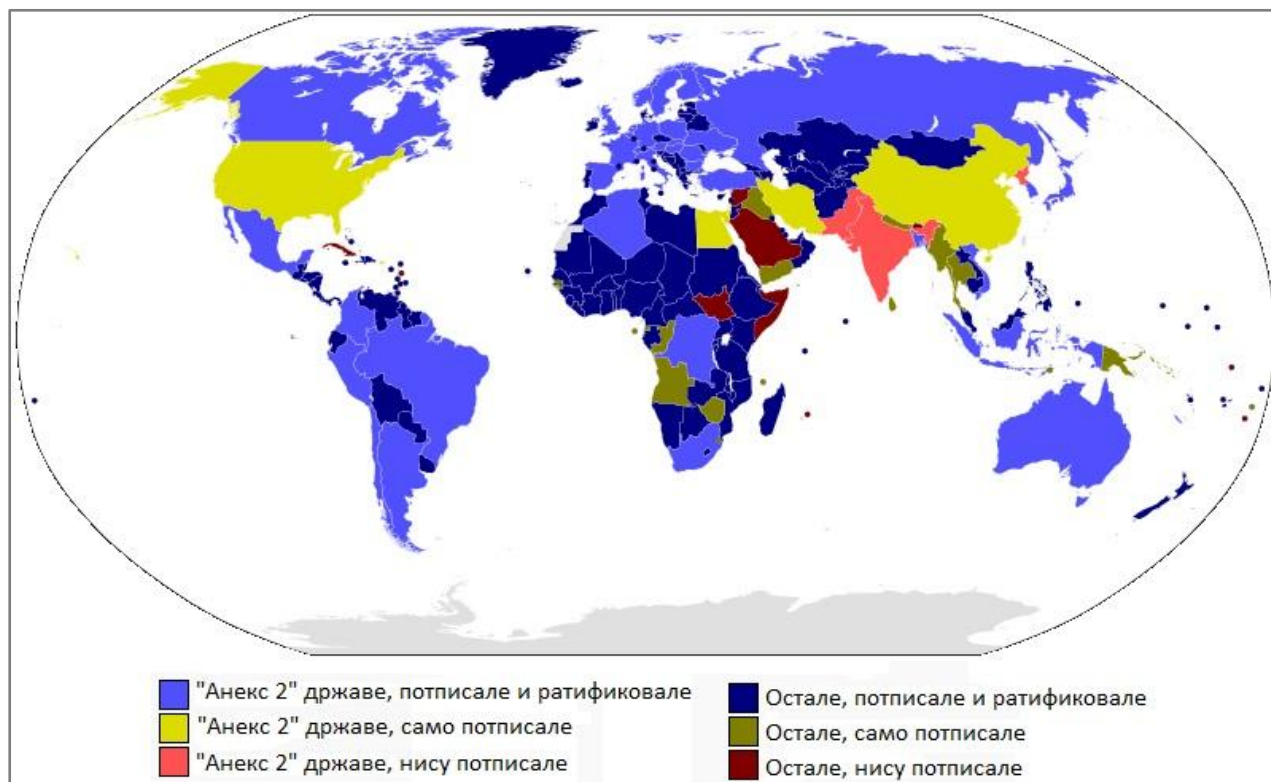
Као што се могло очекивати, поједине државе су замериле неједнакост у статусу који је дефинисан Споразумом. Међутим, већина земаља је ипак остало уздржано од оружја ове врсте, осим оних које су разматрале покретање програма нуклеарног наоружавања на своју руку. Готово све државе су пристале да потпишу „NPT“, 1994. године. Најзначајније државе које се двоуме око потписивања су Индија, Пакистан и Израел (за који се сумња да поседује извесну количину нуклеарног наоружања, али тај податак до данас није потврђен). Три наведене земље су уздржане, зато што би евентуалним потписивањем, њихови програми везани за нуклеарно наоружање, били у супротности са „NPT“. Треба напоменути и то да је Северна Кореја, решила да се повуче из „NPT“, 2003. године.

Иако „NPT“ није био потпуно успешан у откривању пролиферације, ипак се сматрало да је вредно борити се за идеје које промовише, тако да је продужен на неодређено време, на међународној конференцији земаља потписница, 1995. године. Ова конференција, која је одржана у Њу Јорку уз учешће 175 нација, сазвана је ради спровођења осврта након 25 година од доношења Споразума. Наравно, незадовољство разликом у статусу је и даље постојало, али су све чланице, ради остварења заједничког циља, наставиле сарадњу. Велики проблеми су се јавили и због оних нација које су поседовале нуклеарно наоружање, али нису пристале на потписивање Споразума. Ипак, пет декларисаних нуклеарних сила је осталим земљама без нуклеарног оружја дало тзв. позитивне гаранције безбедности. Овим се гарантује да ће у случају нуклеарног напада на неку од њих, нуклеарне силе „сместа деловати у складу са својим обавезама из Повеље УН“.

Од тада, конфереције се одржавају на сваких 5 година, ради осврта на период између два заседања, а све у циљу што боље контроле напретка примене Споразума. Следећи самит је одржан у мају 2000. године, у средишту Уједињених нација, у Њу Јорку.

4.1.1 Свеобухватни споразум о забрани нуклеарних проба

У међувремену, 1996. године, потписан је још један мултилатерални документ којим се забрањују све нуклеарне пробе на територијама држава чланица. Реч је о споразуму који је назван Свеобухватни споразум о забрани нуклеарних проба (енг. „CTBT – Comprehensive Test Ban Treaty). Предложен је од стране Генералне скупштине Уједињених нација 10. септембра 1996. године, а потписан од стране свих нуклеарних сила и још много других држава, 24. септембра исте године. Уговор ни данас није ступио на снагу, пошто није испуњен услов који прописује неопходну ратификацију од стране 44 земље које имају нуклеарне реакторе на својој територији, а које су наведене у анексу 2 уговора. У дневном листу „Политика“ објављеном 30.08.2011. године, написан је текст под називом „Бан за хитну ратификацију Уговора о забрани нуклеарних проба“, у ком се, између осталог, спомиње да су у том моменту 182 земље биле на списку потписаних, а да је њих 154 до тад ратификовало уговор. Девет потписница из „анекса 2“ још увек нису ратификовале Споразум до тог момента. Реч је о Кини, Северној Кореји, Египту, Индији, Индонезији, Ирану, Израелу, Пакистану и САД. Убрзо затим Индонезија је ратификовала споразум, тако да се чека на још 8 држава да то учине. На слици 4.1.1.1, дата је карта света, чија шароликост приказује које државе су потписнице уговора, а које су уговор потписале и ратификовале.



Слика 4.1.1.1 Карта света која нам даје увид у тренутно стање везано за СТБТ

4.1.2 Билатерални споразуми између САД и Руске Федерације

САД и Русија, као две највеће нуклеарне силе, али и као најљући противници, како у време Хладног рата, тако и данас, свакако су најодговорнији у вези са тренутним стањем нуклеарног наоружања у свету. Због свега поменутог, логично је зашто су ове две државе морале да склапају поједине договоре између себе, како не би дошло до најгорих могућих последица по читаву светску популацију. Договори су склапани малтене од како је пробуджена свест о непосредној опасности у којој се свет изненада нашао.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Први привремени уговор о одређеним мерама у погледу ограничења стратешког офанзивног оружја („SALT I“) је потписан 1972. између САД и СССР-а. Овим уговором су замрзнути тадашњи нивои америчких и совјетских нуклеарних пројектилских бацача и подморница док се не постигне договор о свеобухватнијим мерама. Овај уговор је замењен 1979. године када је дошло до потписивања новог, који је назван „SALT II“, који, међутим, никада није ступио на снагу. Уговор „SALT I“ је 1991. године, заменио нови уговор под називом „START I“. Овај споразум значајно смањује лимите за интерконтиненталне балистичке ракете и са њима повезане бацаче и бојеве главе, бацаче и бојеве главе подморнички лансираних балистичких ракета, и тешке бомбардере и њихово наоружање, укључујући и дугометне нуклеарне, ваздушно лансиране крстареће ракете. Уговор је ступио на снагу 1994. године.

Исте године када је потписан „SALT I“ (1972), потписан је и Уговор против балистичких ракета („ABM“). Овим уговором се ограничава развој антибалистичких ракетних система САД и СССР. Сматра се да је захваљујући њему спречена нуклеарна трка у космосу између две хладноратовске силе.

Уговор о елиминисању ракета средњег и кратког домета („INF“), који су САД и СССР склопили 1987. године, елиминише и забрањује све балистичке ракете са капацитетом домаћаја између 300 и 3400 миља (500 – 5500 km). Уговор је ступио на снагу следеће године, а потпуно је имплементиран 1991. године.

Након распада Совјетског Савеза, дошло је до потписивања такозваног „Лисабонског протокола“, који је омогућавао имплементацију „START I“ споразума, ради решавања новонастале ситуације. Овиме је практично договорено да Руска Федерација буде наследник бивше државе, али и да се Белорусија, Украјина и Казахстан, такође придржавају обавеза наслеђених од СССР-а. Ове три независне државе су се обавезале да ће у наредних неколико година уништити нуклеарно оружје, те да ће приступити „NPT“-у, као државе које не поседују ову врсту наоружања.

Између САД и Русије је 1993. године потписан „START II“ уговор о даљем смањењу стратешког офанзивног оружја, са тренутног броја на 3000 – 3500 бојевих глава и то до 2003. године. Међутим, уговор никада није ступио на снагу, јер обавезе из њега нису испуњене, па су се у септембру 1997. две стране поново обавезале на испуњење уговорних одредби, с продуженим роком до 2007. године. Договорено је и то да до краја 2007. године две земље приступе склапању „START III“, којим ће даље смањити број стратешких бојевих глава (на 2000 – 2500 комада), системе за лансирање, као и подстартешко или тактичко оружје.

САД и Русија су предвиделе још једно смањење својих нуклеарних арсенала Уговором о смањењу стратешких офанзивних снага или Московским уговором из 2002. године („SORT“). Овим уговором је предвиђено да до краја 2012. године оне даље смање број размештених стратешких бојевих глава испод лимита од 1700 – 2200. При том је свака страна слободна да сама одреди састав и структуру офанзивних стратешких снага у оквиру установљеног укупног броја, али се не захтева уништавање бојевих глава већ њихово демонтирање, што им омогућава да их чувају као резерву. Уговор је ступио на снагу у јуну 2003. године, а предвиђено је да остане на снази до 2012. године, уз могућност продужења или суспендовања накнадним уговорима. Истовремено је потписана и Заједничка декларација о новом стратешком партнерству, којом се предвиђају дискусије на високом нивоу у оквиру новонастале Консултативне групе за стратешку безбедност.

Споразум под називом „New START“, потписан је 2010. године, а ратификован од стране руске Думе 26. јануара наредне године. Овај уговор предвиђа смањење нуклеарних бојевих глава на око 1550, најкасније до 2021. године.

Тренутно стање између ове две државе најбоље ћемо схватити ако се осврнемо на чланак из новина „Руска реч“, који је објављен 26.06. ове године. Наиме, председник САД, Барак Обама је 19. јуна држао говор у Берлину. Између осталог дотакао се и тема везаних за

нуклеарно наоружање, алудирајући на потребе смањења руског оружја ове врсте, на ком САД инсистира. Као одговор добио је услове које Русија поставља, како би прихватила да предузме наредне кораке ка разоружавању. Све се мање-више своди на: „...Русија неће смањити своје стратешке нуклеарне снаге до 2018., а нестратешко нуклеарно наоружање неће смањити докле год САД држе у Европи своје нестратешко нуклеарно наоружање и одговарајућу инфраструктуру. После 2018. ће смањење постати могуће уколико буде решен проблем ПРО и ако се ограничи развој космичког наоружања и стратешког конвенционалног наоружања, и под условом да се у процес разоружавања укључе друге нуклеарне силе“.

4.2 Државе за које је потврђено да поседују нуклеарно наоружање

До данашњег дана за 8 земаља је потврђено да поседују нуклеарно оружје (слика 4.2.1). Неке од њих су признале да га поседују, а неке се нису трудиле да сакрију своје нуклеарне пробе, или су пак оштром реториком чак и претиле својим арсеналом. Ово последње наведено, свакако се понајвише односи на Северну Кореју, о чијим претњама се свакодневно пише у новинама, које ће нам уосталом послужити и за процену стања у тој држави. Дакле, као резиме направићемо 2 подгрупе ове групе земаља. У прву подгрупу спада 5 земаља означених као нуклеарне силе и то су САД, Русија, Кина, Француска и Велика Британија. Друга подгрупа су државе за које је потврђено да поседују ово оружје, али нису стекле статус нуклеарних сила. У ту групу спадају Индија и Пакистан, које се нису противиле међународним споразумима, иако их нису ни потписале. На тај начин су стекле одређену врсту „поверења“ од стране међународне заједнице, те су незванично постале нуклеарне силе. Са друге стране, Северна Кореја, због своје политике чија је реторика пуна претњи, схваћена је као опасност по читав свет, те из дана у дан трпи све веће санкције од стране УН.



Слика 4.2.1 Земље за које се са сигурношћу зна да поседују нуклеарно оружје

У табели 4-1 су наведене процене броја нуклеарних бојевих глава у арсеналима земаља названих нуклеарним силама, које је дао Савет за одбрану националних ресурса („NRDC – National Resources Defense Council“), 2002. године. У већини случајева, број преосталог оружја у 2002. години, био је испод максимума који су сретани у ранијим извештајима.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Сједињене Америчке Државе и Русија, које су, као и увек, имале највеће арсенале, обавезале су се да их смање, на мање од половине од укупне количине која је наведена у претходним извештајима.

Табела 4- 1 Процене броја нуклеарних бојевих глава у „NWS“, 2002. год.

Држава	Нуклеарне бојеве главе (2002)	Нуклеарне бојеве главе (година)
САД	10600	31700 (1966)
Русија	8600	40723 (1986)
Велика Британија	200	350 (1975)
Француска	350	540 (1991)
Кина	400	435 (1991)

У табели 4-2 су дати подаци према предвиђању Института за науку и међународну безбедност (енг. „ISIS – The Institute for Science and International Security“), који се односе на преостале три државе за које се зна да имају нуклеарно оружје. „NRDC“ резултати изнети у табели 4-1, дају прорачуне за Индију и Пакистан, који се сасвим лепо слажу са онима који су дати у табели 4-2. У супротности са трендом који се јавља код „NWS“, где је број нуклеарног наоружања у опадању, сумња се да постоји тренд пораста количине нуклеарног горива, који је веома приметан још од 2003., а се јавља у државама које нису декларисане нуклеарне силе.

Табела 4- 2 Процене количине горива за нуклеарно наоружање, као и броја бојевих глава за преостале три државе, крајем 1999. године

Држава	Фисиони материјал		Број нуклеарних бојевих глава	
	Pu (kg)	U (kg)	Опсег ^a	Просек
Индија	240-400	мало	45-95 ^б	30 ^б
Пакистан	2-13	580-800	30-50	40
Северна Кореја	30-40			1-2

^a – опсег за количину фисионог материјала и броја нуклеарних бојевих глава налази се између 5 и 95 % од процењеног;

^б – за Индију табеларни опсег броја нуклеарних бојевих глава одговара максималном искоришћењу постојећег плутонијума у држави; средња вредност броја нуклеарних бојевих глава, процењена је као искоришћење половине од укупне количине произведеног плутонијума (сумња се да су све количине новонасталог плутонијума, у осталим државама послужиле настанку новог оружја).

У претходним главама је донекле објашњен историјски развој нуклеарног наоружања у државама „NWS“-а. У овим државама постоје старе технологије које су биле потребне за првобитна издвајања и прављења фисионог материјала, тако да у њима постоје реактори за умножавање и сакупљање плутонијума и уранијума. Данас се само фузионо оружје сматра нуклеарним оружјем, јер је су фисионе бомбе давно замењене термонуклеарним, зато што су,

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

да тако кажемо, превазиђене. Међутим, досадашња историја није се бавила питањем умножавања оружја, тако да ће сада поред анализе тренутног стања, бити речи и о најранијим пројектима.

4.2.1 САД

Развој нуклеарног оружја у САД, комплетиран је великим „Менхетн пројектом“, који је реализован током Другог светског рата. Пројекат је успешно завршен пробом, која је названа „Тринити“ тест, а извршена је у близини Алмагорда у Њу Мексику, јула 1945. године. Ово је била прва светска нуклеарна експлозија проузрокована од стране човека. Недуго затим су уследиле и нуклеарне експлозије у јапанским градовима, Хирошими (06.08.1945. године) и Нагасакију (09.08.1945. године).

Бомба коришћена у Тринити тесту, као и бомба која је експлодирала у Нагасакију, користиле су као гориво ^{239}Pu произведен у реактору на Ханфорду у Вашингтону. Фисиони материјал који се користио у ханфордском реактору, био је природни уранијум. Реактор је као модератор користио графит, а хлађење је вршено водом. Настали плутонијум је екстрахован из потрошеног горива, приликом пражњења реактора. Бомба која је бачена на Хирошиму користила је ^{235}U који је настао електромагнетном сепарацијом уранијума, делимично обогаћеног термалном и гасном дифузијом. Процес издвајања ^{235}U термалном дифузијом, убрзо је замро, јер је електромагнетна сепарација претрпела неуспех, зато што је ефекат био само успутан. После Другог светског рата коришћена је само гасна дифузија, која је постала доминантна на простору САД. Данас се, код комерцијалних реактора у САД, користе центрифугална узгајалишта фисионог материјала.

Осврћући се на билатералне споразуме између САД и Русије (поглавље 4.1.2), могли бисмо да претпоставимо да се у арсеналима обе ове државе налазило 3000 – 3500 бојевих глава 2003. године, да је тај број смањен за хиљаду до 2007. године, а да је на крају 2012. године, сваки до арсенала бројао између 1700 – 2000 активних нуклеарних бојевих глава. Међутим, јасно је да обе стране „врдају“ и „ескивирају“ примене споразума, а понекад чак и само склапање истих. Због великог неповерења, које никада не може прерасти у поверење, имамо ситуацију да смањење количине нуклеарног оружја веома споро напредује, те чак можемо тврдити да пре долази до његовог умножавања.

„Подношљива залиха“ (енг. „Enduring Stockpile“), тако Американци називају свој нуклеарни арсенал од краја Хладног рата. Највећи број нуклеарних бомби САД су поседовале 1966. године. Њихов арсенал је тада бројао 31700 нуклеарних бојевих глава, а након Хладног рата број је спао на 23000 нуклеарки, које су бројале чак 26 различитих врста оружја. Званично, производња је престала 1989. године, а већина оружја је расформирана. Ипак, зна се да и данас постоји одређена трка у нуклеарном наоружању, иако је уистину доста спорија него у поменутом периоду. Претпоставља се да се залиха САД почетком 2001. године, састојала од 10 различитих врста оружја, чији је укупан број износио преко 10000.

Оружје „подношљиве залихе“ је према нивоу употребе, разврстано у 3 групе:

1. активно наоружање – потпуно оперативно, повезано са системима испоруке и доступно за тренутну употребу (интерконтиненталне балистичке ракете смештене у силосима и балистичке ракете на подморницама);
2. ускладиштене залихе – потпуно оперативно оружје, али ускладиштено; доступно за минут или пар сати; није повезано са системима за испоруку, али су системи доступни (разне врсте пројектила и бомби које се чувају у базама ратног ваздухопловства);
3. неактивна резерва – оружје није у оперативном стању, али је могуће вратити га у овај статус уколико је потребно.

Према појединим и не баш претерано поузданим информацијама са интернета, 2004. године је нуклеарни арсенал САД бројао укупно 5886 стратешких бојевих глава и 1120

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

нестратешких глава. Други извор пак, даје претпоставку да је 2009. године било 5735 активних бојевих блага док је укупан број износио 9960.

Од поузданијих извора ћемо навести Стокхолмски институт за међународна мировна истраживања. У годишњој књизи овог института из 2011. наводи се да САД поседују 5113 нуклеарних бомби које су обележене као активне, док укупан број износи 8500. У 2012. овај број је нешто мањи и он износи 8000 бојевих глава. Годишња књига из 2013. нам даје број од 2150 активних бојевих глава и 5550 неактивних, односно 7700 укупно.

Према тврдњама Института за науку и међународну безбедност, САД су почеле програм нуклеарног наоружавања пре 1970. године и још увек не одустају од њега. Подаци који су дати у табели 4-3, представљају војне резерве фиисионог материјала крајем 2003. год.

Табела 4- 3 Војне резерве фиисионог горива у САД, на крају 2003. године

Фиисионо гориво	Укупно (t)	Војне резерве (t)	Декларисани вишак (t)	За морнаричку употребу (t)
Плутонијум	99.5 ($\pm 2\%$)	47	52.5	-
Високо обогачени уранијум	700 (± 50)	480	123	100

На слици 4.2.1.1 је дата мапа САД са положајима на којима се налазе одређене установе које имају програме за развој нуклеарног наоружања. Светлијом бојом су дате установе које више нису у активној служби. Карта није свеобухватна, али свакако обухвата велики број познатих великих постројења. У прошлости, САД су се нуклеарним истраживањима бавиле и ван своје земље. На пример, једно такво место је острво Окинава у Јапану, на ком су се вршила испитивања за време Другог светског рата, док је ова држава била под окупацијом САД.



Слика 4.2.1.1 Мапа САД са положајима програма нуклеарних наоружања

4.2.2 Русија (СССР)

И поред тога што су током Другог светског рата САД и СССР били савезници, СССР није био укључен у „Менхетн пројекат“. За постојање пројекта СССР је сазнао преко својих шпијуна постављених у САД. Први пут се о могућностима стварања нуклеарног оружја, јавно разматрало 1939. године. Према томе, СССР је започео свој нуклеарни пројекат током рата. Совјетски научници су први реактор покренули 1943. године. Овај реактор је користио природни уранијум, а као модератор графит. Ипак, развој нуклеарног наоружања у СССР-у није могао да почне услед великог притиска који је ова држава трпела на својим границама са Европом. Он је изазван продором немачких трупа на већи део руске територије. У децембру 1946. године, реактор Ф-1 је успео да оствари снагу од око 10 W. Овај успех је надахнуо изградњу новог реактора, названог Челабински (енг. „Chelyabinsk“), који је био капацитета 100 MW, а максималну снагу достигао је већ у лето 1948. године. Прву нуклеарну пробу СССР је извео у лето 1949. године на територији данашњег Казахстана.

Пут настанка и развоја првог нуклеарног оружја на тлу СССР је у принципу исти као и у САД, уз неколико година закашњења. Сојетска истраживања су постигла критичност ланчаног низа физионог материјала 1946. године. Ипак, Русија може да се похвали термонуклеарном бомбом највеће снаге, која је названа „Цар бомба“, а тестирана је 30. октобра 1961. године на острву Новаја Земља. Ова бомба је имала снагу која је еквивалентна снази 50 мегатона ТНТ експлозива. Такође, Русија може да се похвали чињеницом да се прва проба у виду бомбе десила само три године након постизања критичности ланчаног низа. Према томе, изгледа да је СССР за само четири године урадио оно за шта је САД требало минимално шест. Међутим, треба имати у виду да је СССР-у прилив проверених и тачних информација из лабораторија у САД, које су стизале преко шпијунских канала, знатно убрзао истраживања и развој нуклеарног наоружања.

Међутим и поред „крађе“ знања са „Менхетн пројекта“, СССР је ипак морао да обезбеди умножавање физионог материјала. Програм који је покренут паралелно са производњом обогаћивања уранијума, започет је још ранијих година. Андреј Сакхаров, који је био на челу СССР тима за прављење Х-бомбе, још за време студија је причао о начинима и техникама које би омогућиле изотопску сепарацију физионих горива. На основу те чињенице се може претпоставити да су старији научници тада знали чак и много више на ту тему.

Након распада СССР настале су мање државе, међутим технологија за стварање нуклеарног оружја остала је у Русији, Украини, Белорусији и Казахстану. Међу њима, само је Русија потврдила да поседује нуклеарно оружје и само је она, од свих бивших држава СССР, означена као „NWS“. Накнадно су и све три преостале државе прихваћене као државе са легитимним наслеђем од СССР. Украјина је у децембру 1994. године вратила нуклеарно наоружање у Русију, а 1996. године су то учиниле и Белорусија и Казахстан.

Највише бојевих глава СССР је поседовао 1986. године, а предпоставља се да је тада нуклеарни арсенал ове државе бројао 40000 – 45000 нуклеарних бомби. Према савременим подацима Стокхолмског института за међународна мировна истраживања, објављеним у годишњој књизи из 2011. године, Русија је у свом поседу имала око 11000 нуклеарних бомби. Ове цифре се односе на укупно наоружање у то време, како на оно које је било распоређено, тако и на ускладиштено, али и на 5000 краткодометних тактичких ракета, од којих је око 3000 било ускладиштено, јер је у том моменту било или застарело или неоперативно. Исти извор наводи да је у 2012. години, Русија поседовала укупно 10000 бојевих глава, а у годишњој књизи из 2013. године, овај број је смањен на око 8500, од којих је 1800 оперативно, а 6700 неактивно. Дакле, разматрајући ове податке, као и податке из истог извора, изнете за САД, можемо закључити да је број нуклеарног оружја, који се налази у поседу две највеће нуклеарне силе, у благом опадању. Ипак, ово баш и не соколи, ако имамо у виду брзину разоружавања и тромост у испуњавању услова појединих споразума,

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

управо две поменуте силе, које су потписнице великог броја међународних, али и билатералних уговора о разоружавању.

По дефиницији Института за науку и међународну безбедност, Русија је, као и САД, држава која је почела програм нуклеарног наоружавања пре 1970. године и још увек ради на његовом развоју. Подаци који су дати у табели 4-4, представљају војне резерве фисионог материјала крајем 2003. године.

Табела 4- 4 Војне резерве фисионог горива у Русији, на крају 2003. године

Фисионо гориво	Укупно (t)	Војне резерве (t)	Декларисани вишак (t)	За морнаричку употребу (t)
Плутонијум	145 (± 25)	95	50	-
Високо обogaћени уранијум	1070 (± 300)	720 (± 5)	300	40-70

4.2.3 Велика Британија

Велика Британија је била амерички партнер на „Менхетн пројекту“. Иако је у самом почетку била више почасни члан него неко ко даје допринос, временом је утицај британских научника оставио велики траг на укупан развој нуклеарног оружја у свету. Након завршетка рата, британски научници су поседовали све информације и знање о процесу производње нуклеарног наоружања и поред тога што су искључени из свих накнадних пројеката везаних за ову врсту оружја покренутих на територији САД. Прва британска бомба, која је користила плутонијум настао у реакторима, тестирана је 1952. године. Британски програм је, такође, користио графит као модератор, а природни уранијум као гориво за реактор.

Највећи број нуклеарних бомби, које је поседовала ова држава, забележен је 1970. године, а претпоставља се да је тада Британија поседовала око 350 нуклеарних бојевих глава. Стокхолмски институт за међународна мировна истраживања, у годишњој књизи из 2011. године је изнео податак да Велика Британија поседује 225 нуклеарних пројектила, од којих је око 160 у пуном оперативном стању. Подаци су идентични и у наредне две годишње књиге, а чак и неки други подаци са интернета указују на то да ова држава данас поседује нешто више од 200 бојевих глава. Због свега наведеног, долазимо до закључка да Британија има то што има од ове врсте оружја, да ова земља не развија свој нуклеарни програм, те да стагнира по питању нуклеарног наоружања. Међутим, да то није тако, можемо закључити из наредног пасуса.

Наиме, за почетак треба напоменути да Британија, иако је развијала разне системе нуклеарног наоружања током Хладног рата, данас поседује само један. Реч је о британским бојевим главама које се монтирају на америчке „Trident“ пројектиле. Ове пројектиле носе укупно четири нуклеарне подморнице класе Венгард (енг. „Vanguard“). Године 2007. у Британском парламенту је донета одлука, да се набаве четири нове подморнице и да се наоружање, које се заснива на „Trident“ систему, осавремени до 2050. Процењено је да би цена свега тога износила између 76 и 100 милијарди фунти. Ипак, дошло је до протеста јавног мњења, а главни разлози су исплативост и сврха улагања у тако нешто. Због тога је доношење одлуке одложено до 2016. године. Шкотска тежња ка стицању независности, такође доводи у питање замену постојећих пројектила. Главни проблем је чињеница да су британске нуклеарне бојеве главе на шкотској територији, стациониране у Калпорту, недалеко од Фејслан (енг. „Faslane“) ратно-морнаричке базе, у којој су усидрене подморнице. Британске нуклеарне бојеве главе су дизајниране и произведене на Институту за атомско

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

наоружање (енг. „AWE – Atomic Weapons Establishments“) у Елдирместону и Бургфилду, недалеко од Лондона.

У табели 4-5, дати су подаци Института за науку и међународну безбедност, који представљају војне резерве фисионог материјала у Великој Британији, крајем 2003. године. Као што можемо видети, ове количине су веома мале у односу на оне произведене у САД и Русији.

Табела 4- 5 Војне резерве фисионог горива у Великој Британији, на крају 2003. године

Фисионо гориво	Укупно (t)	Војне резерве (t)	Декларисани вишак (t)	За морнаричку употребу (t)
Плутонијум	7.6 ($\pm 2\%$)	3.2	4.4	-
Високо обогаћени уранијум	21.9 ($\pm ?$)	16	?	5-7

4.2.4 Француска

Француска као држава, није учествовала у изградњи Менхетн програма због превелике окупираности ратом. Међутим, поједини француски научници су радили на Англо-канадском пројекту у Канади, током Другог светског рата. Овај пројекат није био у блиској сарадњи са „Менхетн пројектом“. Главни задатак овог програма, односио се на изградњу реактора, који је користио тешку воду, као модератор и расхладни флуид. По завршетку рата, научници који су учествовали у Англо-канадском пројекту, вратили су се у Францску, где је започет Француски нуклеарни енергетски програм. Са базом од веома добрих научника, развијен је реактор мале снаге 1946. године. Развили су начин добијања плутонијума помоћу природног уранијума и модератора од графита. Ипак, производња нуклеарног оружја је увек била довођена у питање, пошто је владало подељено мишљење о његовом поседовању. Међутим, крајем 50их година, завршен је развој технологије, након чега је почео развој нуклеарног наоружања, што је и потврдио Чарлс де Гол (Charles de Gaulle) 1958. године. Прво тестирање бомбе на бази уранијума, извршено је у пустињи Сахара, фебруара 1960. године. У овој проби дошло је до експлозије чија је снага била еквивалентна снази од 70 килотона ТНТ-а. Друго тестирање је изведено 1966. године на Јужном Пацифику. Од тада Француска је постала независна нуклеарно способна земља.

Почетком деведесетих година, Француска је поседовала преко 500 нуклеарних пројектила, који су након Хладног рата модернизовани, а њихов број је умањен. Пројектили ознака „М45“ су надограђени до „М51“ балистичких пројектила и монтирани на нуклеарне подморнице. Такође, модернизовани су и ваздушно-десантни пројектили. Реч је о ваздух-земља побољшаним пројектиlima средњег домета (фра. „ASMPa – Air-Sol Moyenne Portée Amélioré“).

„Француска је нуклеарна сила, са не више од 300 нуклеарних бојевих глава“, тако је изјавио тадашњи председник те државе, Николас Саркози, 21. марта 2008. године, у свом говору о нуклеарној политици земље. Говор је одржан на церемонији која је била посвећена покретању четврте подморнице са нуклеарним наоружањем, назване Страшна (фра. „Le Terrible“).

Према годишњој књизи, Стокхолмског института за међународна мировна истраживања, из 2011. године, Француска је имала око 60 пројектила кратког домета, које би користили копнени „Рафали“ (француски авиони, направљени са идејом да замене копнене и морнаричке јурише) и „Супер Етендард“ (фра. „Super Étendard“) авиони. Одлучни у намери да наставе развијање нуклеарног наоружања и после потписивања „СТВТ“, Французи су се

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

окренули улагању у софистициране мегацулске ласере, радиографске и друге најсавременије могућности, које ће им омогућити да унапреде дизајн својих нуклеарних бојевих глава, које би тако биле бар једнако добре, као и пројектили који их носе.

Према подацима Стокхолмског института изнетим у књигама из 2012. и 2013. године, Француска се задржала на 300 бојевих глава, што је исти број као и 2008. године. Треба напоменути, да је према овом извору, 290 пројектила активно и спремно за употребу сваког момента, док је 10 ускладиштено.

Табела 4-6 нам даје податке који су изнети од стране Института за науку и међународну безбедност, а односе се на количину физионог материјала у Француској крајем 2003. године.

Табела 4- 6 Војне резерве физионог горива у Француској, крајем 2003. године

Фисионо гориво	Укупно (t)	Војне резерве (t)	Декларисани вишак (t)	За морнаричку употребу (t)
Плутонијум	5 (3.6-6.4)	5	0	-
Високо обогаћени уранијум	29 (± 7)	28.5	?	1

4.2.5 Кина

Први кинески покушаји везани за развој нуклеарног наоружања, убрзани су војном колаборациом са СССР, 1958 године. Помоћу овог споразума, Кина је дошла до информација о дизајну нуклеарне бомбе. Сарадња две војске убрзо се завршила, 1959. године, али Кина је сазнала веома битне информације које су јој омогућиле почетак развоја нуклеарног оружја.

Првобитни план је био да се развију обе врсте оружја, како оне са ^{239}Pu као горивом, тако и оне које користе ^{235}U . Међутим, 1960. године је одлучено да се да предност програму који је користио ^{235}U . Разлози нису познати, а претпоставља се да је ово одлучено зато што је са завршетком сарадње са СССР-ом, помоћ потребна за плутонијумски програм, нестала. Фабрика за обогаћивање уранијума помоћу гасне дифузије је саграђена и пуштена у погон 1960. године. Прва уранијумска бомба била је имплозивна. Први мини-тест је извршен веома малом количином обогаћеног уранијума унутар сфере, уз пар малих специфичности, при чему су примећени драматични догађаји. Званични развој је извршен у мају 1964. године, а бомба је тестирана у октобру исте године на Лоп Нуру, пустињском региону у северозападној Кини. Убрзо затим Кина је опет покренула пројекат везан за плутонијумски реактор и веома брзо је добијено хидрогенско оружје. Ово је једина држава означена као „NWS“, која је прво произвела и тестирала уранијумско, па затим плутонијумско оружје.

Кина је једна од осам држава из „анекса 2“ Свеобухватног споразума о забрани нуклеарних проба, која није ратификовала овај уговор. Ово је једна од земаља, категоризованих као Група нуклеарних добављача (енг. „NSG – Nuclear Suppliers Group“), а у ову категорију се убраја од 2004. године. У ову групу су укључене и остале „NWS“.

Поједини извори са интернета нам дају податке који говоре да Кина поседује између 180 и 240 нуклеарних бомби. Према годишњој књизи Стокхолмског института, из 2011. године, Кина је имала 240 бојевих глава, од којих је 175 било активно али не и размештено, тј. ово оружје би постало оперативно уколико затреба, иако није било размештено и тренутно оперативно. Ситуација се није знатно променила ни у наредна 2 извештаја. Тако у књизи из 2012. имамо исте податке, док је 2013. године, број пројектила порастао на 250, али и даље ни један није тренутно оперативан.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

У табели 4-7 су дати подаци Института за науку и међународну безбедност, везани за фисиони материјал, који је поседовала Кина крајем 2003. године.

Табела 4- 7 Војне резерве фисионог горива у Кини, крајем 2003. године

Фисионо гориво	Укупно (t)	Војне резерве (t)	Декларисани вишак (t)	За морнаричку употребу (t)
Плутонијум	4.8 (3.0-6.8)	4.8	0	-
Високо обогаћени уранијум	20 (±5)	20	?	?

4.2.6 Индија

Индија је 1948. године, након добијања независности од Велике Британије, започела не тако савремен нуклеарни програм. Први озбиљнији, мали истраживачки реактор, који је користио обогаћни уранијум из Британије, саграђен је 1956. године. Већи реактор је изграђен 1960. године у сарадњи са Канадом и САД, чиме је покренут Канадско-индијско-амерички програм. Реактор је назван „CIRUS“, што представља акроним три државе учеснице пројекта. Снага реактора је износила 40 MW, а за гориво је узет природни уранијум, који је модерован тешком водом. Део почетног горива произведен је у Канади, а тешка вода у САД. До 1962., Индија је имала домаће резерве уранијума и малу фабрику за производњу тешке воде.

Ова држава је затим покренула развој технологије за екстракцију плутонијума из реактора „CIRUS“, након чега је била у могућности да направи нуклеарне експлозивне направе, чије је прво тестирање изведено 18. маја 1974. године. Процењено је да је направа користила 15 kg ²³⁹Pu. Међутим, да би ово било могуће, предпоставља се да је пре експлозије маса била подкритична и да је била смештена у специфичне сферне љуске са већим шупљим језгром. У то време Индија је тврдила да је експлозија била коришћена у мирнодопске сврхе, ради изучавања ефеката које она оставља на стенама. Међутим, поједине земље су Индијске нуклеарне тестове сматрале програмом нуклеарног наоружања. Кинези су ово сматрали претњом, а сви остали могућом пакистанском конкуренцијом. Индијски потенцијал да ствара плутонијум порастао је 1985. године, са изградњом реактора Дхвуре снаге 100 MW, који је као модератор користио тешку воду.

Индија дуго низ година није признавала поседовање нуклеарног оружја, иако је било очигледно да га има. Претпоставља се да је имала довољне количине фисионог материјала да изгради већи нуклеарни војни арсенал. Поседовала је неколико реактора са тешком водом, из којих је старо гориво могло континуирано да се вади, као и екстрахован радиоактивни матријал, који се трошио на производњу нуклерног оружја и умножавање фисионог горива. Свој нуклеарни програм, Индија је пријавила у мају 1998. године, када је извела неколико подземних нуклеарних тестова. Три нуклеарна теста су изведена у округу Покхранг. Први је био тест фисионе направе, други тест под-килотонске направе мале снаге и трећи термонуклеарне направе. Два дана касније, изведена су још два теста под-килотонске направе. Индија је сматрала да има право на нуклеарно наоружање и развој ове врсте оружја. Индијска амбасада у САД је изнела критику на рачун „NPT“ и његове подршке декларисаним нуклеарним силама.

Заједно „CIRUS“ и Дхрува реактори имају капацитет да произведу 30 килограма плутонијума годишње. Овај плутонијум би био сасвим доброг квалитета за прављење нуклеарног оружја. Осим ова два реактора, у Индији се може екстраховати плутонијум и из реактора у нуклеарној електрани „CANDU“, али изгледа да не постоји мотив за таквом прерадом отпадног горива из електране. Девид Олбрајт, бивши званичник „IAEA“, дао је

процену да је Индија уградила око 310 килограма плутонијума у оружје до краја 1999. године, што одговара броју од 65 нуклеарних бојевих глава. Индија је такође нашла начин и да обогаћује уранијум, али се за сада не зна циљ овог програма.

Признавањем поседовања нуклеарног оружја, Индија је преклопила границе између коришћења нуклеарне енергије у мирнодопске сврхе и кориштења за стварање нуклеарног наоружања, пошто користи и истраживачке реакторе и реакторе унутар нуклеарних електрана за прављење фисионог материјала. Претпоставља се да је разлог постојања нуклеарних електрана, начин доласка до легалних сопствених извора фисионог материјала за производњу нуклеарног наоружања. Слаба је граница између мирнодопских и војних разлога изградње нуклеарних електрана, тако да се не сме ни помислити какво би нуклеарно наоружање нове генерације могла да изнедри Индија, а да то нико не примети, имајући у виду број реактора које поседује.

У годишњој књизи из 2011. године, Стокхолмски институт износи податке да Индија поседује између 80 и 100 бојевих глава, те да се бави развојем балистичких тријадних пројектила различитог домета, који се могу лансирати са копна, мора или из ваздуха. Слични подаци се могу наћи на многим интернет страницама. Што се тиче годишње књиге из 2012., вредности се не мењају, а оне нису знатно промењене ни 2013. године. Наиме, 2013. године, овај институт је забележио да Индија у свом поседу чува 90 – 110 бомби. Све бојеве главе су ускладиштене. Дакле, ни једна није тренутно оперативна, али се све оне могу, врло брзо активирати, у случају да затреба.

Према подацима Института за науку и међународну безбедност, из 2003. године, претпостављало се да је Индија највероватније поседовала 380 килограма плутонијума у војним резервама (у сваком случају, сигурно је да је тај број износио између 300 и 470 килограма), као и да је ова држава имала могућност производње високо-обогаченог уранијума. Позивајући се на ове податке, Институт за науку и међународну безбедност је дошао до претпоставке да је ова земља тада поседовала 55 – 115 нуклеарних бомби.

4.2.7 Пакистан

После пораза у кратком рату са Индијом, који је завршен 1971. године, Пакистан је започео развој сопственог нуклеарног оружја, годину дана касније. Започет је пројекат у којем се једнака пажња поклањала стварању оба фисиона материјала, како обогаченог уранијума, тако и екстрахованог плутонијума. Међутим, верује се да су оба програма била занемарена и да је започет нови примарни пројекат, који је за циљ имао стварање обогаченог уранијума методом центрифуге.

Крајем 1999. године дошло се до претпоставке да Пакистан вероватно може да развије пет до десет бомби које се могу транспортовати авионима – камиказама. Ипак, сматрало се да такве бомбе не би имале велики ефекат. Евидентно је да је Пакистан одувек имао развој нуклеарног програма који је за циљ имао стварање оружја, а не стварања електрана, тако да би временом њихов арсенал могао значајно да порасте. Крајем маја 1998. године, три недеље после индијских нуклеарних проба, Пакистан је био спреман да призна извођење шест нуклеарних проба. Једна је била снаге еквивалентне снази 25 – 36 килотона ТНТ-а, две од 12 килотона ТНТ-а и три теста снаге која је била мања од снаге једне килотоне ТНТ-а. Након првог признања о поседовању нуклеарног оружја 1998. године, Пакистан је до 1999. године већ имао између 585 и 800 килограма уранијума уграђеног у наоружање. Уколико би се узела средња вредност од овог максимума и минимума, она би износила око 690 килограма уранијума. Од толике количине фисионог материјала могло би се добити око 39 нуклеарних бојевих глава, од којих би свака имала око 18 килограма фисионог материјала.

Многе земље су одале признање Пакистану, на успеху у самосталном развијању технологије обогаћивања фисионог материјала, невезано за чињеницу да је овакав нуклеарни

програм веома ризичан за регион и свет. Вођа пакистанског нуклеарног програма био је др Абдул Кадир Кан, који је почетком 70их радио у холандској компанији која је имала сарадњу са Уренко (енг. „Urenco“), мултинационалном компанијом у којој су учествовале Немачка, Британија и Холандија. Ове компаније су радиле на стварању обогаченог уранијума у Европи. Седиште ове корпорације било је смештено у Холандији. Др Кан је имао циљ да се упозна са опремом и процесом у Уренку, а затим да украде дизајн и донесе га у Пакистан, што се и догодило 1976. године. Пакистански напори који су били уложени у развој нуклеарног оружја су, потпомогнути информацијама др Кана, довели до потпуног успеха. Бродовима су достављени специјални делови опреме из Кине и Немачке, али ове испоруке су биле само мали део онога што је било потребно за развој наоружања, тако да нису подлегли контроли или побудили сумњу у употребну сврху.

Касније, у једном тренутку, Пакистан је почео да продаје техничке информације Ирану, Либији и Северној Кореји. Такође је почео и да испоручује уранијум-хексафлуорид (UF_6) Либији, која је требала да га употреби као суплемент у фабрикама за обогачивање уранијума. Постоје сумње да су информације куповале и Сирија и Ирак.

Иако је развој пакистанског програма био познат америчкој и европској обавештајној агенцији, информације су у јавност процуреле током пресретања немачког брода који је пролазио кроз Суецки канал у октобру 2003. године. Он је био на путу од Дубаија ка Либији, када је запажена компонента за центрифугално обогачивање уранијума, међу теретом који је био смештен на броду. Компонента је направљена у Малезији према нацртима др Кана. Америчка обавештајна служба је била свесна ових активности и наредила је праћење брода из Малезије у Дубаи, а затим и до Либије. Компанија у Малезији је негирала да поседује било какве информације о намени искоришћења ове опреме.

Пирдржавајући се забране, Либија је одлучила да напусти свој нуклеарни програм, док се Пакистан такође нашао под притиском да обустави свој. Др Кан је преузео сву одговорност и у јавности је дао кратак телевизијски извештај, којим је признао да је продавао пакистанску нуклеарну технологију државама у региону. Тврдио је да влада није била умешана, тражећи опроштај. Убрзо је председник Мушараф опростио др Кану и дозволио му да задржи лични профит, који је стекао продајом нуклеарног програма. Такође, председник је негирао пакистанску одговорност за извоз нуклеарне технологије.

Као додатак свом програму за обогачивање уранијума, Пакистан је 1998. године, изградио и реактор снаге 50 MW, који је назван Кхушаб. Овај реактор је као модератор могао да користи и графит и тешку воду. Изградња новог реактора је дала Пакистану значајан капацитет за производњу плутонијума.

Према годишњим књигама Стокхолмског института за међународна мировна истраживања, Пакистан је у 2011. и 2012. години поседовао између 90 и 110 нуклеарних бомби, док је ове године, према проценама тог института број мало већи и варира између 100 и 120. Све нуклеарне бојеве главе су ускладиштене и ниједна није размештена и тренутно оперативна. Слични подаци су изнети и од стране других извора. Број глава се углавном креће од минималних 80 до максималних 120.

Према подацима Института за науку и међународну безбедност, из 2003. године, претпостављало се да је Пакистан највероватније поседовао 40 килограма плутонијума у војним резервама (у сваком случају сигурно је да је тај број износио између 20 и 60 килограма). Такође, постојале су процене да је ова држава имала и одређене количине високо-обогаченог уранијума. Сматрало се да су количине уранијума између 1000 и 1250 килограма, а најверованије је тај број износио 1100 килограма. Позивајући се на ове податке, Институт за науку и међународну безбедност је дошао до претпоставке да је ова земља тада поседовала 55 – 90 бомби.

4.2.8 Северна Кореја

Северна Кореја је пример како земља са малим технолошким основама, уз велику решеност и мања улагања, може самостално да развије нуклеарно оружје. Нуклеарни програм је започет допремањем истраживачког реактора, названог ИРТ, који је увезен из СССР-а 1956. године. Почетна снага овог реактора је била 2 MW, а временом је он модернизован тако да је снага повећана прво на 4 MW, а затим на 8 MW. Северна Кореја је такође од СССР-а добила и неку додатну опрему, тако да је први пут успешно екстрахована мала количина плутонијума из реактора ИРТ 1975. године.

Отварање озбиљнијег програма за развој наоружања уследио је тек 80их година са изградњом реактора, који је хлађен гасом а модерован графитом. Првобитна снага реактора од 5 MW је увећана на 20 MW, а затим и на 30 MW. Реактор је почео са радом 1986. године. Његов дизајн је био прилично примитиван, налик реакторима који су били у употреби 40их година у Британији. Реактор је саграђен без спољашњих утицаја и помоћи.

Иако је Северна Кореја потписала „NPT“ 1985. године, ипак је успела да задржи реактор снаге 5 MW подаље од истрајне и свеобухватне „IAEA“ инспекције, тако да је само остало да се нагађа о сврси и историји рада реактора. Један „IAEA“ тим је закључио, приликом инспекције 1992. године, да је плутонијум издвајан из реактора 1989., 1990., и 1991. године. Ово није било у складу са тврдњама Северне Кореје, према чијим тврдњама је издвајање плутонијума извршено само 1990. године, када је издвојено свега 100 g овог изотопа. Без обзира на те претпоставке може се видети да је према оперативности и нивоу рада реактора до 1989. године издвојено око 7 – 9.5 килограма плутонијума из поменутог реактора. Северна Кореја није признала да има екстракт или веће количине плутонијума, довољне за конструкцију нуклеарног оружја. Према проценама, долази се до претпоставке, да је Северна Кореја могла да произведе две нуклеарне бомбе, а можда чак и више, до 1994. године.

Озбиљан проблем се догодио приликом мењања горива у реактору снаге 5 MW. Ово се догодило у априлу 1994. године, када је дошло до просипања горива приликом његове промене. Процењује се да је 25 – 30 килограма плутонијума, који је проливен, било довољно за прављење 5 бомби.

И поред ових губитака, сматрало се да овај реактор има могућност да произведе довољно плутонијума, да се годишње направи једна нуклеарна бомба. Узимало се да је за једну бомбу потребно око 7 килограма плутонијума. Два већа графитно-модерована гасна реактора су била у изградњи у то време: мањи чија је снага требало да буде у опсегу од око 50 MW, а могла је да се увећа чак и до 200 MW и већи чија је иницијална снага предвиђено да буде 200 MW, односно максималних 600 – 800 MW. Мањи реактор је требао да буде изграђен у Јангбајну, а већи у Тичону. Према плановима, ови реактори су требали да буду завршени до 1996. године, а заједно би дали око 200 килограма плутонијума годишње, који би држава могла искористити за прављење нуклеарних бомби. Међутим, још увек није јасно да ли је реактор од 200 MW ипак саграђен за сврхе нуклеарне електране.

Успех Северне Кореје у стварању нуклеарног оружја водио је схватању ове земље као нуклеарне претње. У циљу санирања овог могућег проблема, САД је у јесен 1994. године потписала споразум са Северном Корејом о такозваном оквирном раду, према коме би Северна Кореја дозволила „IAEA“ инспекцији да надгледа изградњу два реактора и да има приступ нуклеарним резервама. Заузврат, САД су се понудиле да Северној Кореји помогну у изградњи два реактора која би се хладила водом (енг. „LWR – Light Water Reactor“), а чија би укупна снага износила око 2000 MW. Занимљиво је да је Влада САД одлучила да подржи изградњу два реактора у Северној Кореји, а при том је прихватила захтеве за смањењем сопствених нуклеарних капацитета.

Овим договором, започети су радови на изградњи фабрике за реактор од 1000 MW, уз надгледање Корејске организације за енергетски развој (енг. „KEDO – Korean Peninsular Energy Development Organization“). Реактор од 1000 MW који је хлађен водом под притиском, користио је стандардни јужнокорејски дизајн и конструкцију за реактор.

Проблеми који су настали због споаразума између Северне Кореје и САД изашли су у јавност 2002. године. У октобру је Северна Кореја признала постојање програма везаног за обogaћивње уранијума, што је био практично један корак до прављења нуклеарног оружја, а самим тим и кршења споразума. Почетком новембра 2002. године Северна Кореја је почела да даје изјаве у којима тврди да има војни нуклеарни потенцијал. Признала је да је реактор од 5 MW, који је према споразуму искључен од 1994. године, све време био пуштен у рад, у циљу стварања нуклеарног оружја. Северна Кореја је затим протерала „IAEA“ инспекцију из своје земље. У јанурау 2003. године ова држава је избачена из „NPT“. Од тада Северна Кореја покушава да направи што веће количине нуклерног оружја.

Од почетка 2004. године нуклеарно питање Северне Кореје је било у преговорима између Северне Кореје и Јужне Кореје, Кине, Јапана, Русије и САД. Тада није било јасно да ли Северна Кореја жели да има нуклеарно оружје по сваку цену, или се назире потписивање новог споразума о сарадњи.

Данас је ситуација знатно другачија. Северна Кореја није декларисана нуклеарна сила, али је потврђено да поседује нуклеарно наоружање. Ово је пре свега потврђено пробама које, истини за вољу, Кореанци нису ни покушали да сакрију. Сведоци смо, у последње време, многих претњи које је ова држава упутила како својим првим суседима, Јужној Кореји, тако и САД. Поједини медији су, 03.04. ове године, пренели вест да је војсци Северне Кореје одобрен напад на војне базе САД. „Северна Кореја је у протеклих неколико месеци, износећи претње, као потенцијалне мете издвојила америчке војне базе у Гуаму, америчкој територији у Пацифику и на Хавајима“, гласио је један од пасуса у многим дневним листовима и на интернет страницама. Такође, ратна реторика је настављена и у наредном периоду, па је чак крајем истог месеца дошло до отпуштања радника из Јужне Кореје, који раде у Северној Кореји, као и апела амбасадорима страних држава да напусте Северну Кореју. Све ово је одавало утисак да ће Северно-кореанци ударити на своје непријатеље, те да ће доћи до нуклеарног сукоба. Ипак, ствар је некако утишана и изглађена за преговарачким столом.

Претпоставља се да Северна Кореја у овом моменту поседује до 10 нуклеарних бојевих глава, максималног домета до 4000 километара. Према подацима Стокхолмског института, Северна Кореја није уврштена међу нуклеарне силе. То нам даје за право да кажемо да, иако је Северна Кореја схваћена као претња миру и једна мала ратоборна држава која би могла да изазове домино ефекат иницирањем нуклеарног рата, ипак њен нуклеарни арсенал није нарочито озбиљно схваћен. Не зна се да ли је ово због тога што је број бојевих глава које се налазе у поседу ове државе мали или зато што технологија није нарочито унапредовала, у односу на друге нуклеарне силе.

4.3 Државе за које се сумња да поседују нуклеарно наоружање

У ову групу држава ћемо уврстити Израел и Иран. Израел готово сигурно поседује нуклеарни арсенал, који је према појединим проценама веома озбиљан. Ипак, ова држава никада званично није признала поседовање, нити је икада дошло до потврде о постојању нуклеарног наоружања на њеном тлу. За Иран се данас много мање сумња да поседује нуклеарни арсенал, него што се сумњало почетком овог века. Управо због ових сумњи, Иран је био на мети САД, које су биле на прагу да воде рат против те земље. Постоје сумње да су чак и Сирија и Ирак поседовали ову врсту оружја. Ипак, према последњим проценама, ове

две државе не поседују нуклеарне арсенале, тако да ћемо их уврстити у следећу групу држава.

4.3.1 Израел

Још од 1960. године постоје извештаји да је Израел развио нуклеарно оружје. Почетни корак је лежао у изградњи реактора, који је назван Димона. Реактор је као гориво користио природни уранијум, а као модератор тешку воду. Конструкција реактора је започета 50их уз помоћ Француске. Реактор је покренут 1963. године, при чему је почетна снага била око 24 MW, а касније уз неке измене, повећана је на 40 MW. Наводи се да постоји могућност да је до данас достигнуто минимално 70 MW. Тешка вода се увозила из Норвешке, уз тврдње да се користи у мирнодопске сврхе. Израел је успео да покрене стварање плутонијума у Димони, 60их година. Количине су се у просеку кретале око 15 – 40 килограма по години. Било је сугестија да Израел поседује центрифугални или ласерски обogaћивач уранијума, који је имао могућност да ствара високо-обogaћени уранијум и трицијум.

Са Димона реактором, Израел је стекао могућност да створи 10 – 18 килограма плутонијума годишње, квалитета адекватног за производњу оружја. Ове претпоставке се заснивају на очекивањима да се 10.5 kg/god добије из реактора снаге 40 MW, као и да се 18 kg/god добије из реактора снаге 70 MW. Није било званичног признавања, од стране израелских извора, да је овако нешто и урађено, али је очигледно да, и ако Израел можда тренутно нема нуклеарно наоружање, ипак поседује све што је потребно да га произведе у најкраћем могућем року. Према броју година у којима је реактор био у функцији, оцењује се да је број могућих бојевих глава 100 или више. Чињеница је да Израел има добро развијен нуклеарни програм чији почетак је помогла Француска, а наставио се америчким одобравањем.

Према подацима Стокхолмског института из 2011. године, сумњало се да Израел поседује између 80 и 100 нуклеарних бојевих глава. Ништа другачији подаци нису изнети ни у годишњим књигама из 2012. и 2013. године. У овим књигама је такође наведено да се сумња на то да ова држава поседује 80 нуклеарних бојевих глава. Поједини аналитичари се нису сложили са овим бројем. Они тврде да Израел поседује око 200 бомби, а као доказ су изнели податке и фотографије озваничене од стране Мордечаи Ванунуа, бившег техничара за Димона рекатор, који је ухапшен и осуђен на 18 година затвора.

Према подацима Института за науку и међународну безбедност, Израел је до 2003. године произвео између 510 и 650, а највероватније 580 килограма плутонијума и 110 – 190 килограма високо-обogaћеног уранијума.

4.3.2 Иран

Иран је дуги низ година покушавао да развије свој нуклеарно-енергетски програм. Уз велику помоћ западних земаља, почео је са радом истраживачки реактор снаге 5 MW. Реактор је допремљен из САД, 1960. године. Као део дугорочног споразума потписаног између Ирана и САД, почела је изградња два западнонемачка реактора снаге 1300 MW који су за хлађење користили воду. Иран је такође направио договор којим се омогућује стварање ниско-обogaћеног уранијума у тим реакторима. Након пада власти 1979. године ови програми су заустављени, а саме грађевине су оштећене током бомбардовања, за време рата између Ирана и Ирака.

Међутим, група обучених нуклеарних научника је остала. Постојали су напори да се обезбеди цивилни нуклеарни програм. Ови напори су реалативно заживели. Русија је прихватила да доврши један од реактора 1995. године. Пошто је штета на реактору, изазвана ратом, била велика, као и време које је прошло без улагања у постројења, није се могла

извршити проста поправка, већ је стари немачки реактор, замењен руским реактором који је хлађен водом под притиском, снаге 915 MW. Крајем 2002. продужени су радови и предвиђено је да ће реактор бити пуштен у погон 2004. године. Иако су завршни радови одлагани, није било сумње да ће реактор почети са радом. Други реактор који се налази у истој фарбици, према подацима „IAEA“, води се као недовршен. Постоје нагађања да се радови одлажу због преговора Русије и Ирака поводом изградње додатних реактора.

Један од разлога преговора је и претпоставка да Иран не развија енергетски нуклерни програм, него нуклеарни програм за производњу оружја. Ове сумње су можда и оправдане, зато што је Иран земља која је веома богата нафтом, те се сматра да таква земља нема потребе за нуклеарним реакторима. Иран, међутим, одбацује идеју да за циљ има развој нуклеарног оружја. До краја 2003. потврђено је да је Иран изградио фабрику за обогаћивање уранијума и фабрику за производњу тешке воде. Ово је веома брзо навело „IAEA“ да изврши истрагу везану за Иран. Иранске власти су признале да поседују опрему за стварање фисионог горива и тешке воде. „IAEA“ је потврдила ова признања уз још неколико интересантних открића:

- постојање пилот фабрике за обогаћивање уранијума, која је у стању да изводи мање тестове; постојање комерцијалне фабрике за обогаћивање уранијума, која чека на уградњу центрифуге – што је било предвиђено за 2005. годину; обе у Натацу;
- изградњу фабрике за производњу тешке воде у Араку;
- постојање реактора од 40 MW, који као гориво користи природни уранијум, а као модератор тешку воду, чије је отварање било планирано 2004. године у Араку.

Фабрика за обогаћивање уранијума је имала могућност за добијање око 45 килограма фисионог горива на годишњем нивоу, што је довољно за производњу три нуклеарне бомбе. Развој овако великих капацитета за обогаћивање уранијума наводи на закључак да Иран није могао сам да створи ову технологију, већ да је највероватније имао помоћ од стране Немачке, Швајцарске, Кине и Пакистана. Међутим, пун увид у овај програм, као и помоћ коју је Иран на овом пројекту имао и даље није могућ.

Велика флексибилност приликом стварања нуклеарног оружја у Ирану, постигнута је обезбеђивањем тешке воде, чиме је створена могућност за стварање нуклеарног оружја на бази плутонијума, у реакторима који користе природни уранијум.

Ирану је дозвољено да задржи обогаћивач уранијума и постројења за добијање тешке воде, али под условима из „NPT“-а, који су у сагласности са „IAEA“. Међутим, „IAEA“ је упутила критику Ирану, који је требао редовно да подноси извештаје и информише представнике „IAEA“ о тренутном стању и поступцима везаним за дата постројења. Даљи ирански напори у стварању нуклеарног оружја су сперечени, како деловањем унутрашње полиције у Ирану, тако и притиском који је створила Русија. Делимично је до тога дошло и због економско и политичко-војних претњи САД, али и једноставним запленивањем опреме од стране „IAEA“. Сви ови фактори, који служе као ограничење развоја нуклеарног програма у Ирану су веома повезани и тесно сарађују, тако да САД покушава да инфилтрира руску полицију у Иран, али и поред тога постоји и „воља“ иранске полиције, за сарадњом са овим државама. Она се огледа у корупцији, обећаној емиграцији итд..

У децембру 2003. године, потписан је споразум између Ирана и „IAEA“. Овај споразум је узео облик иницијације Ирана у неку врсту преурањеног прихватања „NPT“-а. Према изјави Мухамеда ЕлБерадеја, главног директора „IAEA“, Иран је пристао на још строжу и комплетнију инспекцију, као облик изградње поверења и спречавања сумњивих и недозвољених активности обогаћивања и екстракције фисионих материјала. Иран се нада да ће велики уступци које чини ипак уродити плодом и да ће једног дана тежње да поседује нуклеарни програм бити дозвољене.

4.4 Државе које су укинуле програм нуклеарног наоружања и оне које га можда развијају

Овде ћемо набројати поједине државе које су имале истраживања везана за нуклеарно наоружање, али су у једном моменту одустале од свог нуклеарног програма. Такође, неке од ових земаља су велике економске силе, тако да постоји могућност да су такве земље обновили истраживања или их пак нису ни прекинуле, него су своја истраживања држале у тајности. У ову групу ћемо убројати Ирак, Аргентину, Бразил, Јужну Африку, Сирију, Либију, Украјину, Белорусију, Казахстан, Тајван, Јужну Кореју, Шведску и Југославију. Постоје неке државе, као што су на пример Египат, Норвешка и Румунија, за које се сумња да су имале или имају нуклеарне програме, али не постоје подаци који би то потврдили.

4.4.1 Ирак

Ирак је бар два-три пута показао да има амбиције да поседује нуклеарно оружје. Признао је добио велики истраживачки реактор Осирак, из Француске 1976. године. Он је познат још и као реактор „Тамуз-1“. Реактор је био снаге 70 MW, а као гориво је користио високо-обогаћени уранијум. Уколико би гориво садржало мање уранијума-238, количина насталог плутонијума-239 у језгру би била реалативно мала. Идеја је била да се природни уранијум постави као мета која се излаже неутронском флуксу. Овако би настале количине плутонијума-239 које би биле довољне да се годишње направи једна нуклеарна бомба. Овај реактор је уништен током Израелског бомбардовања у јуну 1981. године. Ирак је био потписник „NPT“-а, тако да су све резерве фисионог материјала биле под надзором „IAEA“, али не и под њеном сталном инспекцијом.

Након уништења реактора званични став је био да нису велике шансе да се Ирак врати међу земље које поседују нуклеарну технологију, макар не до краја века. Међутим, Ирак није био потпуно нуклеарно онеспособљен. Постоје извештаји о покушајима куповине плутонијума од италијанских шверцера војном опремом, као и покушаја стварања обогаћеног уранијума. Касније, 1989. године, уочени су јасни покушаји развоја центрифугалног обогаћивача фисионих материјала.

Након пораза Ирака у Заливском рату, почетком 1991. године, „IAEA“ инспекција је пријавила постојање покушаја развоја програма електромагнетног сепаратора, као и мале количине плутонијума добијеног из истраживачког реактора. Ирак је имао помоћ у овом програму, у виду опреме и информација. Помоћ је долазила из многих земаља, међу којима су и Западна Немачка, Швајцарска и САД. Према извештају научника „IAEA“, Питера Зимермана, који се односио на нуклеарни програм Ирака из 1990. године, сматрало се да су ирачки научници веома способни и информисани, као и да су веома добро опремљени.

Ирак је изгубио у Заливском рату, а УН инспекција је уништила њихову технологију и постројења за стварање нуклеарног оружја. Након истраживања и шпијунаже, коју су извршле УН, 1998. године, стигао је извештај да је настављен развој нуклеарног програма. Започет је нови рат са Ираком како би се зауставио нуклеарни програм везан за развој наоружања. Ипак, никада није пронађен ни један доказ о постојању овог програма.

4.4.2 Аргентина

Аргентина је имала мали истраживачки реактор 1958. године. Нешто касније, 1974. године, изграђен је већи реактор, који је као модератор користио тешку воду. Био је снаге 320 MW, а назван је „CANDU“. Прелазак овог реактора са мирнодопских на сврхе производње нуклеарног наоружања је обављено 1978. године, када су објављени планови за трансформацију у постројење за издвајање плутонијума. Такође, објављен је и почетак

изградње фабрике за гасно обогаћивање уранијума. Рад на фабрици за екстракцију плутонијума је заустављен 1990. године, пре него је почела са радом, док је гасни обогаћивач уранијума почео са радом 1998. године. Ово постројење је дизајнирано да постигне високо обогаћивање уранијума, до 20%. Предвиђени капацитет на годишњем нивоу је износио око 100 килограма уранијума за војно коришћење.

Дакле, испоставило се да је нуклеарни програм Аргентине био окренут само развоју нуклеарног наоружања. Тада се водила трка између Аргентине и Бразила, што је довело до промене политичке климе у Јужној Америци, тако да су се 1990. године, ове две земље одрекле својих нуклеарних програма. У децембру 1991. године потписан је споразум о одобрењу „IAEA“ инспекције, на територији ове две државе. Аргентина је 1994. године ратификовала Тлателолко споразум (енг. „Treaty of Tlatelolco“), којим се Јужна Америка обавезала на укидање нуклеарног оружја и приступање „NPT“-у. Приступ Аргентине овом споразуму је обављен већ следеће, 1995. године.

4.4.3 Бразил

Углавном због одговора на аргентински нуклеарни програм, Бразил је започео сопствени развој нуклерних постројења 1979. године, изградњом фабрике за центрифугално обогаћивање уранијума. Постројење је почело са радом 1988. године са циљем да производи 5 – 20% обогаћеног уранијума. Бразил је такође имао и мали програм за екстракцију плутонијума. У исто време, у комерцијалне сврхе, пуштен је у рад реактор од 626 MW, који је хлађен водом под притиском. И поред тога што је основни циљ нуклеарног развоја Бразила био добијање оружја, овај пројекат се угасио паралелно са аргентинским. И Бразил је 1994. године потписао Тлателолко споразум. Ова држава је приступила „NPT“-у, 1996. године. Међутим, у жељи да обезбеди сопствене количине фисионог горива, Бразил је отворио нови обогаћивач уранијума у децембру 2002. године, када му је дозвољено да производи обогаћени уранијум само за потребе две нуклеарне електране које поседује.

4.4.4 Јужна Африка

Јужна Африка је покренула програм развоја нуклеарног оружја чија је основа лежала у аеродинамичном поступку за добијање обогаћеног уранијума, који је развила уз помоћ Немачке. Главно постројење за добијање обогаћеног уранијума саграђено је 70их година, а извештаји показују да је годишње могло да се добије 60 – 90 килограма обогаћеног уранијума. Велики капацитет постројења је омогућио да Јужна Африка константно проширује нуклеарни арсенал.

Почетком 1990. године, дошло је до промена унутар државе, а том приликом је промењен и политички правац ове земље. Тада је Јужна Африка одлучила да напусти свој војни нуклеарни програм. Затворено је постројење за стварање високо-обогаћеног уранијума и одлучено је да држава приступи „NPT“-у. До потписивања Споразума је дошло 1991. године, када је Јужна Африка ушла и у део сигурносног споразума са „IAEA“. Податке о стању нуклеарног арсенала поднео је председник Де Клерк 1993. године, при чему је признато постојање шест бомби, које су произведене до 1990. године, а касније демонтиране.

4.4.5 Сирија

У септембру 2007. године, Израел је извео ваздушни напад на Сирију. Поводом тога, званичници САД су објавили да је нападнута конструкција нуклеарног истраживачког реактора, чији дизајн наликује севернокорејском Јонгбјон реактору. Америчке обавештајне службе су известиле чланове конгреса о овом ваздушном нападу осам месеци касније, у

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

априлу 2008. године. Тада је расправљано о постојању непријављеног нуклеарног реактора. Закључено је да сиријски реактор севернокорејског типа, који ради у тајности од почетка 1997. године, не служи у мирнодопске сврхе. Накнадна „IAEA“ истрага, показала је, према тврдњама САД, да постоје трагови непријављених уранијумских честица, које нису природног порекла. Оне су детектоване са обе стране уништеног постројења. Сирија није успела да покаже адекватну жељу за сарадњом са „IAEA“, у циљу потврђивања природе уништених фисионих резерви и обезбеђивања потребних одобрења за наставак и даљи развој нуклеарног програма.

4.4.6 Либија

Покушај покретања нуклеарног програма Либије, процурео је у јавност 2003. године, заједно са споразумом Либије да ће напустити овај програм и пристати на инспекцију. Нуклеарни програм се ослањао на технологију центрифугалног обогаћивања уранијума. Потребна технологија је увезена у Либију из Пакистана откупом од појединих научника. Овај трансфер је урађен без одобрења од стране пакистанске власти. Програм је напуштен након преговора са владом САД и Велике Британије. Либија је јавно признала постојање нуклеарног програма тек 2004. године, после притиска западних земаља. Након овога нуклеарне залихе су одвезене са територије те земље.

4.4.7 Бивше земље Совјетског Савеза: Украјина, Казахстан и Белорусија

СССР се распао у децембру 1991. године, када је Украјина гласала за независност, на иницијативу Бориса Јелцина. Нуклеарни програми и нуклерне бојеве главе бившег СССР су се налазиле на територији четири земље: Русије, Белорусије, Казахстана и Украјине. Ове земље су постигле договор да Русија остане „NWS“, а да остале државе врате сво нуклеарно наоружање у Русију и постану нуклеарно ненаоружане земље. До краја 1996. године, све три земље су вратиле нуклеарне залихе и постале потписнице „NPT“-а. Према речима појединих америчких званичника, трансфер наоружања није био посве добровољан. Велики утицај и присила је извршена од стране Русије и САД. Може се рећи да је откупљен сав нуклеарни материјал из ове три бивше чланице СССР-а. Међутим, Украјина је показала највеће противљење, па су према њој примењене строже мере присиле.

4.4.8 Југославија

Зна се да је и СФР Југославија, поседовала програм о нуклеарном наоружању. Ова држава је од свог програма одустала 1960. године, да би га касније обновила. Југославија је дефинитивно одустала од развоја програма нуклеарног наоружања средином 1987. године. У јулу те године у Војнотехнички институт у Београду, позвани су на састанак сви тадашњи директори нуклеарних института, где им је саопштено да је Председништво СФРЈ донело одлуку о обустави програма нуклеарног оружја. Све до данас, у јавности се готово ништа не зна о правим разлозима овакве одлуке, а није познат одговор ни на многа друга питања. На пример, јавност никада није сазнала колики је напредак на том подручју постигнут, а посебно је интересантно питање: колико је од тог програма остало до данас.

Постојале су сумње да СР Југославија чува заоставштину претходне републике, у виду нуклеарних бомби. Сумњало се да је ту врсту наоружања, ова земља чувала у Нуклеарном институту „Винча“. Године 1999. је чак постојала и бојазан од стране војних лидера НАТО савеза, те је избегавано бомбардовање подручја на ком се налазио овај институт. Ипак, управо током бомбардовања Југославије 1999. године је потврђено да ова држава не поседује

нуклеарно наоружање, махом зато што га није употребила у своју одбрану, а махом и из извештаја обавештајних служби. Данас слична бојазан постоји приликом разматрања везаних за могуће бомбардовање Сирије.

4.4.9 Тајван, Јужна Кореја и Шведска

Постоје примери војних нуклеарних програма који су покренути у Шведској 1950. године, у Јужној Кореји 1960. и 1970. године, и од стране Тајвана 1980. године. Програм Јужне Кореје је био напуштен под притиском међународне заједнице, али је настављен у тајности као одговор на претњу која се појавила у виду изградње нуклеарних постројења у Северној Кореји. Шведска је одустала од активног нуклеарног програма под међународним претњама, а тешко је и замислити под којим би околностима овај програм могао бити настављен. Тајван је признао постојање истраживачког реактора од 40 MW модераног тешком водом, увезеног из Канаде 1969. године. Овај реактор је познат као Тајвански истраживачки реактор (енг. „TRR – Taiwan Research Reactor“). Реактор је коришћен за стварање плутонијума, а добијена је количина довољна за прављење 17 нуклеарних бомби. Већина овог плутонијума је била испоручена у САД, под притиском Америке, а реактор је угашен. Тешка вода је, такође, послата у САД. Тако је тајвански програм, под условом да га је и било, заустављен, а фисионо гориво је извезено из земље.

Нуклеарни програм у Шведској је релативно мирно затворен, док су нуклеарни програми у Јужној Кореји и Тајвану заустављени под утицајем САД. Ове државе су пристале на ултиматуме, јер су сматрале се да је боље бити на страни САД и узимати одбачене остатке нуклеарних програма, него самостално покушати развој оваквих пројеката.

5 Закључак

Резиме читаве ове приче везане за анализу стања нуклеарног наоружања, представљен је у табели 5-1. Табела је преузета са интернет странице Стокхолмског института за међународна мировна истраживања и односи се на процену тренутног стања нуклеарног оружја у свету. Процена је изнета 3. јуна 2013. године, а дати су подаци који говоре о броју бојевих глава у свакој држави појединачно. Такође, на крају је дата и сума, тако да имамо и процену која се везује за укупну количину ове врсте оружја, у целом свету. Треба истаћи да су подаци који долазе из других извора готово идентични. У табели нема Северне Кореје, зато што информације везане за ову земљу нису претерано поуздане, те углавном постоје само нагађања. Ипак, сви извори се слажу у једној ствари, а то је претпоставка да С. Кореја не поседује више од 10 нуклеарних бојевих глава.

Табела 5- 1 Анализа стања нуклеарног наоружања у свету (2012-2013)

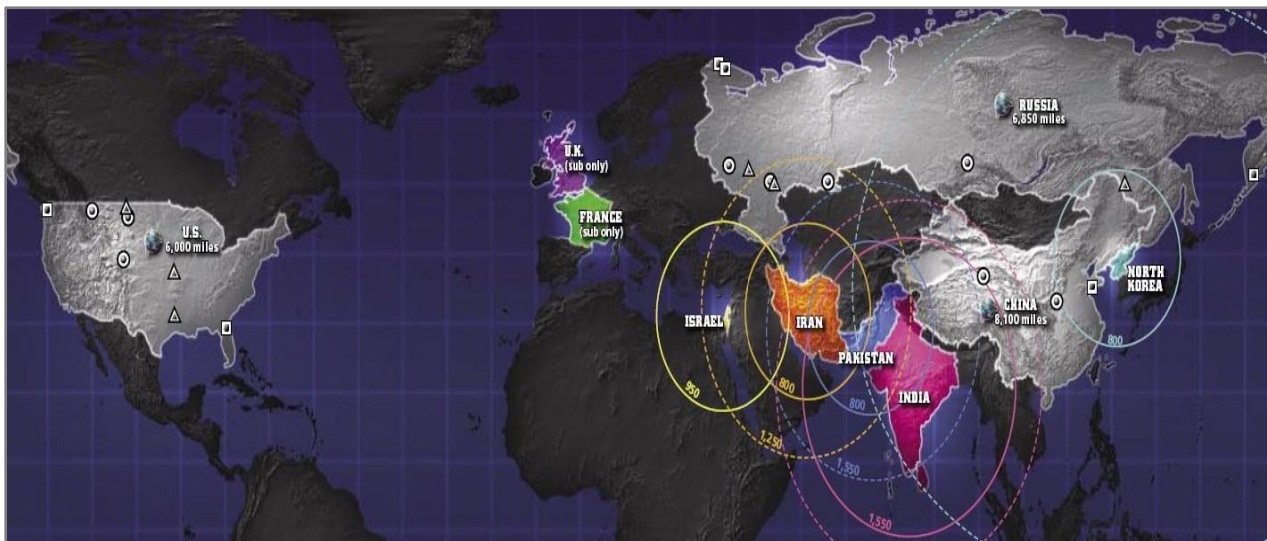
Држава	Размештени пројектили	Ускладиштене бојеве главе	Укупно у 2013.	Укупно у 2012.
САД	2150	5550	7700	8000
Русија	1800	6700	8500	10000
В. Британија	160	65	225	225
Француска	290	10	300	300
Кина		250	250	240
Индија		90-110	90-110	80-100
Пакистан		100-120	100-120	90-110
Израел		80	80	80
Укупно	4400	12865	17265	19000

Као што можемо приметити, тренутни тренд показује да полако долази до смањења броја бојевих глава. Ово смањење се одвија углавном у САД и Русији, а последица је пре свега последњег, у низу споразума које су ове две државе потписале. Са друге стране, примећујемо да остале силе чак и повећавају своје арсенале.

Када говоримо о смањењу арсенала САД и Русије, треба да будемо обазривији и да овом разматрању прилазимо са мало више опреза. Наиме, као што је већ речено, ове две државе поседују велики број ускладиштених пројектила, који су ван употребе, а углавном су заоставштина из Хладног рата. Свакако да је овакво оружје, које ничему не служи, донекле и терет овим државама, те се смањење углавном одвија на рачун ових неактивних пројектила који већ дуго времена таворе у складиштима две најјаче нуклеарне силе. Иако се новим споразумом подразумева смањење и тренутно оперативног, односно размештеног оружја, ипак се смањењу овог дела арсенала прилази тромо, са не баш превише воље, уз стално заваривање могућег противника у потенцијалном нуклеарном рату. Евидентно је да у свету не постоји одлучност, нити чврста воља, да се сво нуклеарно оружје заиста уклони. Ниво поверења није достигао жељени ниво, нити ће, по мишљењу многих, икада достићи ступањ, да се нуклеарне силе одрекну својих арсенала лако и без одуговлачења, верујући да ће и супротна страна исто урадити. Очигледно је да постоји веома лицемерно понашање, не само од стране две највеће силе, него и од стране многих других мањих држава које се баве „ескивирањем“, те избегавањем обавеза које пред њих поставља „ИАЕА“. Осим „уцењених“ држава, све слободне државе, које су способне да одлучују независно, имају своја тајна истраживања која се баве унапређењем војних арсенала, независно од тога да ли је реч о нуклеарном наоружању или о некој другој врсти оружја. Тако и САД и Русија, па и друге нуклеарне силе, са једне стране настоје да се договоре, те да укину наоружање, а са друге

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

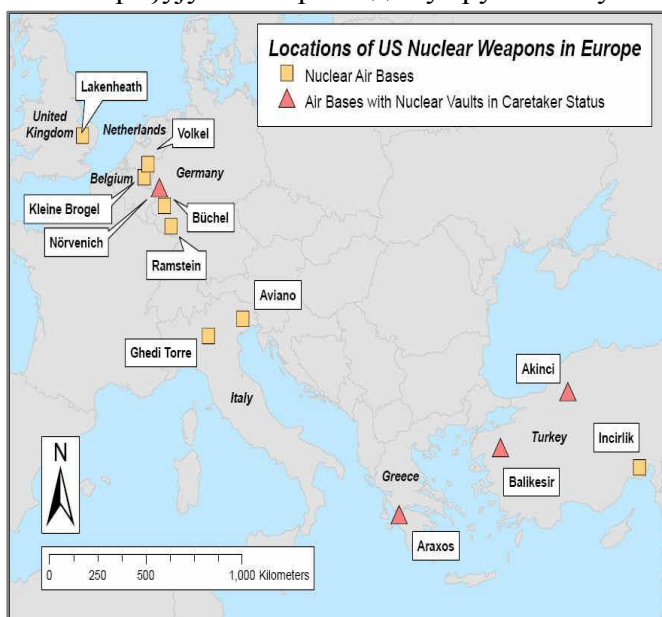
стране раде на стратешком заузимању битних положаја и унапређивањем свих врста пројектила (слика 5.1).



Слика 5.1 Домет ракета нуклеарних сила и локације појединих база

На слици су пуним линијама обележени максимални домети пројектила, а испрекиданим домети пројектила који су тренутно у развоју. Земаљском куглом су обележене државе чији пројектили могу да досегну до било које друге државе. Ове државе су обојене сивом бојом. Француска и Британија поседују само поморске нуклеарне базе, што је такође обележено. Круговима су означени силоси, троугловима базе у којима се чувају нуклеарне бомбе, а квадратима поморске нуклеарне базе.

Америка преко НАТО алијансе, поседује базе са нуклеарним наоружањем у чак 5 европских земаља и Израелу, за који се, као што је већ речено, сумња да поседује сопствени програм нуклеарног наоружања. Поменуте земље Европе су: Белгија, Немачка, Холандија, Италија и Турска. Све су потписнице „NPT“, и све су означене као „non-NWS“ (слика 5.2). Сумња се да чак и ове државе поседују ту врсту наоружања, односно да имају приступ америчком оружју које је на њиховој територији. Са друге стране, Кина, Русија и Индија, тесно сарађују и сматра се да су груписане у такозвани источни блок.



Слика 5.2 Локације нуклеарних база САД у Европи

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Да тензије постоје, јасно је и из разних извештаја везаних за „кризу“ у Сирији. Јасно је да САД и НАТО, овде немају страх само од могућег нуклеарног арсенала Сирије, него и да не покрену лавину која би нас одвела у Трећи светски рат, који би притом изазвао нуклеарни сукоб великих размера претећи да уништи планету. Према речима многих аналитичара, Америка покушава да „опколи“ Русију, рушећи власт у последњим државама које се налазе уз Русију, а сматра се и да су велики савезници ове земље. Са друге стране, руске власти на ово никако не могу да пристану, те је евидентно да данас имамо велики стратешки рат између два пола света. Рат се одвија како дипломатски, тако и на разне друге начине, поготово обавештајним и контраобавештајним операцијама.

Дана 07.09.2013. године, многи интернет портали су објавили вест под називом „Амерички напад на Сирију неће прекинути нуклеарне програме Ирана и Северне Кореје“. У чланку је руски шеф комитета Државне Думе за спољне послове, Алексеј Пушков, својим изјавама ставио до знања да Русија сматра да је, у најмању руку, могући амерички ваздушни напад на Сирију, мотивисан жељом да се застраше поједини непријатељи. У тексту се наводи: „Бомбардујући Сирију, Сједињене Државе неће постићи заустављање развоја нуклеарног оружја од стране Ирана и Северне Кореје, написао је у суботу шеф комитета Државне Думе за спољне послове Алексеј Пушков на свом микроблогу на Твитеру. "Сједињене Државе ће добити само супротан ефекат. Пјонгјанг је већ закључио да су Југославија, Ирак, Либија и Сирија имали нуклеарно оружје, САД се не би усудиле да их нападно", сматра Пушков“.

Из свега наведеног можемо закључити да Хладни рат никада није ни престао, те да се поларизација света одржала, само је прерасподела држава мало измењена и не постоји тзв. Варшавски пакт, који је замењен савезом познатим под именом Источни НАТО.

Литература

- [1] инг. Љубомир Барбарић, *Нуклеарна енергија и њена примена*, Техничка књига, Београд (1961)
- [2] Kenneth S. Krane, *Introductory Nuclear Physics*, Oregon State University John Wiley & Sons, New York (1988)
- [3] David Bodansky, *Nuclear Energy – Principles, Practices, and Prospects, Second Edition*, Springer, New York (2004)
- [4] Жаклина Новичић, *Нуклеарно оружје у међународној политици*, Изворни научни рад, Београд (2005)
- [5] Радош Радивојевић, *Техника и друштво*, Факултет техничких наука, Нови Сад (2003)
- [6] Basdevant J.-L., Rich J., Spiro M., *Fundamentals in nuclear physics... from nuclear structure to cosmology*, Springer, New York (2005)
- [7] Natalia P. Romashkina, *North Korea and Iran's Nuclear Programs as Instability Factors in the New System of International Relations*, George C. Marshall – European Center for security studies, Garmisch-Partenkirchen (2007)
- [8] Аленко Врђука, *Сигурност формацијског нуклеарног оружја*, Портал знанствених часописа Републике Хрватске (2011)
- [9] Филип Ејдус, *Међународна безбедност: теорије, сектори и нивои*, Београдски центар за безбедносну политику и Службени гласник, Београд (2012)
- [10] Јеролим Остојић, *Правна заштита од нуклеарног оружја с нагласком на заштиту морског околицја*, Зборник радова правног факултета, Сплит (2008)
- [11] Лазар Маринков, *Основи нуклеарне физике*, Природно-математички факултет, Нови Сад (2010)
- [12] Миодраг Крмар, *Скрипта из предмета савремена експериментална физика 3 за студенте физике*, Природно-математички факултет, Нови Сад
- [13] Шћепан С. Миљанић, *Уџбеник нуклеарне хемије*, Факултет за физичку-хемију Универзитета у Београду, Београд (2008)
- [14] Интернет страница: <http://www.acronym.org.uk/map>
- [15] Интернет страница: <http://isis-online.org/nuclear-weapons-programs/>
- [16] Интернет страница: <http://www.iaea.org/newscenter/index.html>
- [17] Интернет страница: http://www.historylearningsite.co.uk/nuclear_arms_race.htm
- [18] Интернет страница: <http://www.armscontrol.org/factsheets/Nuclearweaponswhoohaswhat>
- [19] Интернет страница: <http://situationbrief.com/obama-deliberating-further-reductions-in-americas-nuclear-arsenal/>
- [20] Интернет страница: <http://www.opanal.org/Desarme/Desarme-i.htm>
- [21] Интернет страница: http://serbian.ruvr.ru/2013_09_07/Americhki-napad-na-Siriju-nece-prekinuti-nuklearne-programe-Irana-i-Severne-Koreje/
- [22] Интернет страница: <http://rt.com/op-edge/nuclear-war-iran-nato-629/>
- [23] Интернет страница: <http://www.bimun-unaserbia.org/sr/?q=node/85>
- [24] Интернет страница: <http://www.jutarnji.hr/karta-velikih-nuklearnih-sila-ovo-su-zemlje-cije-je-naoruzanje-prijetnja-svijetu-/1095077/>
- [25] Интернет страница: <http://www.jutarnji.hr/kimove-prijetnje-nisu-ozbiljne--ali-mu-tonitko-ne-smije-reci/1093537/>
- [26] Интернет страница: http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page
- [27] Интернет страница: Интернет страница: http://serbian.ruvr.ru/2013_06_10/Nuklearno-oruzhje-u-novim-zemljama-katastrofalne-posledice/

Кратка биографија кандидата

Срећко Илић, рођен је 17.06.1987. године, у Шапцу. Основну школу завршио 2002. године, након чега је уписао природно-математички смер Шабачке гимназије. Након завршене средње школе, 2006. године, уписао је медицинску физику на Природно-математичком факултету Универзитета у Новом Саду. Звање дипломираног физичара стиче 2012. године, након завршених студија првог степена. Исте године је уписао Мастер студије на катедри за нуклеарну физику.



Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број:

РБР

Идентификациони број:

ИБР

Тип документације:

ТД

Тип записа:

ТЗ

Врста рада:

ВР

Аутор:

АУ

Ментор:

МН

Наслов рада:

НР

Језик публикације:

ЈП

Језик извода:

ЈИ

Земља публикавања:

ЗП

Уже географско подручје:

УГП

Година:

ГО

Издавач:

ИЗ

Место и адреса:

МА

Физички опис рада:

ФО

Научна област:

НО

Научна дисциплина:

НД

Предметна одредница/ кључне речи:

ПО

УДК

Чува се:

ЧУ

Важна напомена:

ВН

Извод:

ИЗ

Монографска документација

Текстуални материјал

Мастер рад

Срећко Илић

др Душан Мрђа

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

српски (ћирилица)

српски/енглески

Србија

Војводина

2013

Ауторски репринт

Природно-математички факултет, Трг Доситеја Обрадовића 4,
Нови Сад

број глава – 6/број страна – 76/број референци – 27/број табела – 9/број
слика – 39/број прилога – 0

Физика

Нуклеарна физика

фисија, фузија, атомске бомбе, хидрогенске бомбе, нуклеарне пробе,
историјски развој нуклеарног оружја, трка у нуклеарном наоружању,
нуклеарни арсенали, пролиферација

Библиотека департмана за физику, ПМФ-а у Новом Саду

нема

Рад је заснован на теоријском приступу проблематици, односно тренутно доступним подацима. Бави се анализом тренутног стања нуклеарног наоружања у свету, укључујући физичке принципе на којима је заснован развој оваквог наоружања. Разматран је могући број нуклеарних бојевих глава, како за сваку државу за коју се сумња да поседује наоружање, тако и за укупно наоружање у целом свету. Поменули смо такође и ток развоја ове врсте оружја уопште, али и настојања и афинитете у развоју, ка којим тренутно теже одређене нуклеарне силе. Резултати су веома занимљиви, а дошли смо и до закључка да нуклеарне силе нису спремне да се одрекну наоружања, иако све заједно раде на томе.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Датум прихватања од НН већа: 16.09.2013.

ДП

Датум одбране: 27.09.2013.

ДО

Чланови комисије:

КО

Председник:

др Радомир Кобиларов, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду

члан:

др Иштван Бикит, редовни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду

члан:

др Душан Мрђа, ванредни професор Природно-математичког факултета у Новом Саду

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monograph publication

DT

Type of record:

Textual printed material

TR

Content code:

Final paper

CC

Author:

Srećko Ilić

AU

Mentor/comentor:

dr Dušan Mrđa

MN

Title:

Analysis of Status of Nuclear Weapons in the World

TI

Language of text:

Serbian (Latin)

LT

Language of abstract:

English

LA

Country of publication:

Serbia and Montenegro

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2005

PY

Publisher:

Author's reprint

PU

Publication place:

Faculty of Science and Mathematics, Trg Dositeja Obradovića 4, Novi Sad

PP

Physical description:

chapters – 6/pages – 76/references – 27/tables – 9/figures and graphs – 39/appendices – 0

PD

Scientific field:

Physics

SF

Scientific discipline:

Nuclear Physics

SD

Subject/ Key words:

fission, fusion, atom bomb, hydrogen bomb, nuclear tests, historical development of nuclear weapons, nuclear arms race, nuclear arsenals, proliferation

SKW

UC

Holding data:

Library of Department of Physics, Trg Dositeja Obradovića 4

HD

Note:

none

N

Abstract:

AB

This work is based on the theoretical approach, i.e. currently available data. It deals with the analysis of the current status of nuclear weapons in the world, including the physical basis for development of such weapons. Discussion is related to the possible number of nuclear warheads in each country where it is suspected to possess weapons, and to the weapons of the whole world. We mentioned also the course of the development of nuclear weapons in general, as well as efforts of certain countries. The results are very interesting, and we came to the conclusion that the states that possess nuclear weapons are not ready to significantly reduce their nuclear arsenal, although they all work together on this.

Анализа стања нуклеарног наоружања у свету

Accepted by the Scientific Board: 16.09.2013.

ASB

Defended on: 27.09.2013.

DE

Thesis defend board:

DB

President:

dr Radomir Kobilarov, full professor on Faculty of Science, Novi Sad

Member:

dr Ištvan Bikit, full professor on Faculty of Science, Novi Sad

Member:

dr Dušan Mrđa, associate professor on Faculty of Science, Novi Sad