

# OTKRIVANJE, UPORABA I POSLJEDICE KORIŠTENJA NUKLEARNOG ORUŽJA

---

**Knežević, Antonio**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:612048>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-13**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni prijediplomski studij sigurnosti i zaštite

Antonio Knežević

# **OTKRIVANJE, UPORABA I POSLJEDICE KORIŠTENJA NUKLEARNOG ORUŽJA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2023.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Antonio Knežević

**DISCOVERY, USE, AND  
CONSEQUENCES OF NUCLEAR  
WEAPONS**

FINAL PAPER

Karlovac, 2023.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni prijediplomski studij sigurnosti i zaštite

Antonio Knežević

# **OTKRIVANJE, UPORABA I POSLJEDICE KORIŠTENJA NUKLEARNOG ORUŽJA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr.sc. Jasna Halambek, v.pred.

Karlovac, 2023.

## **PREDGOVOR**

Potaknut trenutnim događajima u svijetu, prijetnjama raznih utjecajnih ljudi, te mogućnost istih da zaprijetu samom postojanju planete, odlučio sam pisati o nuklearnom oružju.

Ovaj rad je nastao u prilici koju su mi primarno pružili moji roditelji, šira obitelj i prijatelji, i što nakon svih godina studiranja nisu odustali od mene i moje želje za završetkom Stručnog studija zaštite na radu.

Zahvaljujem se i svim profesorima Veleučilišta u Karlovcu na njihovom predanom radu da nam prenesu znanje.

## SAŽETAK

Ovaj rad detaljno istražuje temu otkrivanja, uporabe i posljedica korištenja nuklearnog oružja. Uključuje pregled ključnih aspekata razvoja nuklearnog oružja, njegovih primjena i dubokih posljedica koje su proizašle iz uporabe.

Nuklearno oružje je rezultat znanstvenih i tehničkih napora koji su kulminirali tijekom Drugog svjetskog rata. Kroz povijest, nuklearno oružje je igralo presudnu ulogu u međunarodnim odnosima i geostrateškoj dinamici. Njegova uporaba u Hirošimi i Nagasakiju zauvijek je promijenila tijek povijesti i označila početak atomske ere.

Osim vojne uporabe, nuklearno oružje ima duboke društvene i političke implikacije. Posljedice korištenja nuklearnog oružja ogledaju se u razornim učincima na ljudske živote i okoliš. Radijacija koja proizlazi iz nuklearnih eksplozija izaziva dugotrajne zdravstvene posljedice, uključujući povećanu incidenciju raka i genetske mutacije. Okolišni učinci uključuju radioaktivno zagađenje koje narušava ekosustave i bioraznolikost.

Unatoč međunarodnim naporima u sprječavanju širenja nuklearnog oružja, ostaje nužno poduzimati korake prema razoružanju i osvješćivanju o katastrofalnim posljedicama koje nuklearno oružje može donijeti.

**Ključne riječi:** nuklearno oružje, otkrivanje, primjena, posljedice, naoružanje, sporazumi.

## **ABSTRACT**

This paper extensively explores the topic of detection, use, and consequences of nuclear weapons. It encompasses an overview of key aspects of nuclear weapon development, their applications, and the profound repercussions stemming from their utilization.

Nuclear weaponry is the outcome of scientific and technical endeavors culminating during World War II. Throughout history, nuclear arms have played a pivotal role in international relations and geopolitical dynamics. Their deployment in Hiroshima and Nagasaki forever altered the course of history, marking the onset of the atomic age.

Beyond military application, nuclear weapons carry profound societal and political implications. The aftermath of nuclear weapon use is reflected in devastating effects on human lives and the environment. Radiation emanating from nuclear detonations triggers long-lasting health consequences, including an increased incidence of cancer and genetic mutations. Environmental impacts encompass radioactive contamination that disrupts ecosystems and biodiversity.

Despite international efforts to prevent nuclear proliferation, it remains imperative to take steps toward disarmament and raising awareness about the catastrophic consequences nuclear weapons can bring.

**Keywords:** nuclear weapons, detection, application, consequences, armament, agreements.

# SADRŽAJ

ZADATAK ZAVRŠNOG RADA.....	Error! Bookmark not defined.
PREDGOVOR .....	I
SAŽETAK .....	III
SADRŽAJ .....	V
1. UVOD.....	1
1.1. Predmet i cilj istraživanja .....	1
1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja .....	2
2. TEORIJSKI DIO RADA.....	4
2.1. Povijest i razvoj nuklearnog oružja .....	4
2.2. Fizički principi nuklearnog raspada i lančane reakcije .....	7
2.2.1. Nuklearni raspad i emisija čestica .....	7
2.2.2. Fisijski i fuzijski procesi .....	8
2.2.3. Lančane reakcije i kritična masa .....	9
2.2.4. Energetska ekvivalentnost i maseni defekt .....	10
3. UPORABA NUKLEARNOG ORUŽJA .....	12
3.1. Nuklearno oružje u Drugom svjetskom ratu: Hiroshima i Nagasaki	12
3.2. Hladni rat i utrka u nuklearnom naoružanju .....	16
3.3. Međunarodni sporazumi o kontroli nuklearnog naoružanja .....	18
3.3.1. Suradnja Republike Hrvatske i Međunarodne agencije za	
atomska energija (IAEA).....	20
3.3.2. Ugovor o neširenju nuklearnog oružja (NPT) .....	21
3.3.3. Ugovor o sveobuhvatnoj zabrani nuklearnih pokusa (CTBT) .	22
3.3.4. Haški pravilnik postupanja protiv širenja balističkih projektila	
(HCOC)23	
4. POSLJEDICE KORIŠTENJA NUKLEARNOG ORUŽJA .....	24
4.1. Dugoročni zdravstveni i okolišni učinci nuklearnih eksplozija .....	24



<b>4.2. Psihološke i političke posljedice: Strah od nuklearnog sukoba ...</b>	<b>27</b>
<b>4.2.1. Psihološke traume: Strah koji preživljavaju generacije.....</b>	<b>27</b>
<b>4.2.2. Strah kao motivacija za Diplomaciju: Nuklearno odvrćanje..</b>	<b>30</b>
<b>4.3. Nuklearna proliferacija i naponi za sprječavanje širenja .....</b>	<b>31</b>
<b>5. ZAKLJUČAK .....</b>	<b>34</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>35</b>
<b>PRILOZI.....</b>	<b>38</b>
<b>Popis slika.....</b>	<b>38</b>

# 1. UVOD

Nuklearno oružje, sa svojom ogromnom razornom moći, predstavlja jedan od najizazovnijih aspekata ljudske tehnologije i geopolitičke dinamike. Njegovo otkriće i upotreba ostavili su dubok trag u povijesti, oblikujući međunarodne odnose i definirajući strahove i ambicije naraštaja. Ovaj završni rad daje osvrt na put nuklearnog oružja, od otkrića do posljedica njegove uporabe, te razmatra važne implikacije na suvremeni svijet.

## 1.1. Predmet i cilj istraživanja

Predmet ovog istraživanja je nuklearno oružje - tehnološki fenomen koji je transformirao međunarodnu politiku, vojne strategije i ljudsku percepciju sigurnosti. Fokusiranje na otkriće, uporabu i posljedice korištenja nuklearnog oružja omogućava nam dublje razumijevanje ključnih aspekata ove teme.

Cilj istraživanja je pružiti sveobuhvatan uvid u razvoj nuklearnog oružja, analizirati povijest njegove uporabe te istražiti dugoročne posljedice koje su oblikovale suvremeni svijet. Ovaj rad ima za cilj istražiti kako otkriće nuklearne energije nije samo unaprijedilo znanost i tehnologiju, već je i otvorilo vrata za potencijalnu katastrofu i izazove s kojima se čovječanstvo suočava.

Kroz kritičku analizu povijesnih događaja, znanstvenih teorija i globalnih implikacija, rad će ukazati na kompleksnost nuklearnog oružja kao ključnog faktora u međunarodnim odnosima. Kroz tematsku analizu povijesnih presedana, teorijskih modela i realnih posljedica, ovaj rad doprinosi boljem razumijevanju različitih aspekata nuklearnog oružja, od njegove eksplozivne moći do psiholoških i političkih implikacija.

## **1.2. Izvori podataka i metode prikupljanja**

Izrada sveobuhvatnog istraživanja o nuklearnom oružju zahtijeva pažljivu selekciju i korištenje različitih izvora podataka, kao i primjenu odgovarajućih metodoloških pristupa.

Izvori podataka uključuju:

1. Primarne izvore: Povijesni dokumenti, vojni zapisi, pisma, govori i izjave vođa, diplomatski sporazumi i međunarodni ugovori omogućuju direktni uvid u povijesne događaje i političke odluke vezane uz nuklearno oružje.
2. Sekundarne izvore: Knjige, znanstveni članci, akademski radovi i stručne analize pružaju analitičke i interpretativne perspektive o povijesti, tehnologiji, politici i posljedicama nuklearnog oružja.
3. Statistike i istraživanja: Relevantne statistike o broju nuklearnih bojnih glava, zemalja s nuklearnim kapacitetom i drugi podaci prikupljeni od strane međunarodnih agencija i neovisnih istraživačkih institucija pružaju kvantitativne uvide.

Metode prikupljanja podataka i analize uključuju:

1. Deskriptivnu analizu: Analiza povijesnih događaja, razvoja tehnologije nuklearnog oružja i ključnih političkih odluka pruža temeljno razumijevanje evolucije ovog fenomena.
2. Komparativnu analizu: Usporedba različitih povijesnih trenutaka, država i međunarodnih reakcija omogućuje prepoznavanje obrazaca i trendova u razvoju i uporabi nuklearnog oružja.
3. Interdisciplinarnu analizu: Povezivanje povijesnih, znanstvenih, političkih i socioloških aspekata omogućuje dublje razumijevanje utjecaja nuklearnog oružja na globalno društvo.

4. Analizu sporazuma: Proučavanje međunarodnih sporazuma, kao što su Sporazum o neširenju nuklearnog oružja (NPT) i drugi relevantni dokumenti, otkriva pristupe i izazove u kontroli nuklearnog naoružanja.

Kombinacija ovih izvora i metoda omogućava dublje istraživanje predmeta, uzimajući u obzir različite perspektive, kvantitativne podatke i kvalitativne analize. Ovakav pristup omogućuje cjelovitu sliku o otkriću, uporabi i posljedicama korištenja nuklearnog oružja.

## **2. TEORIJSKI DIO RADA**

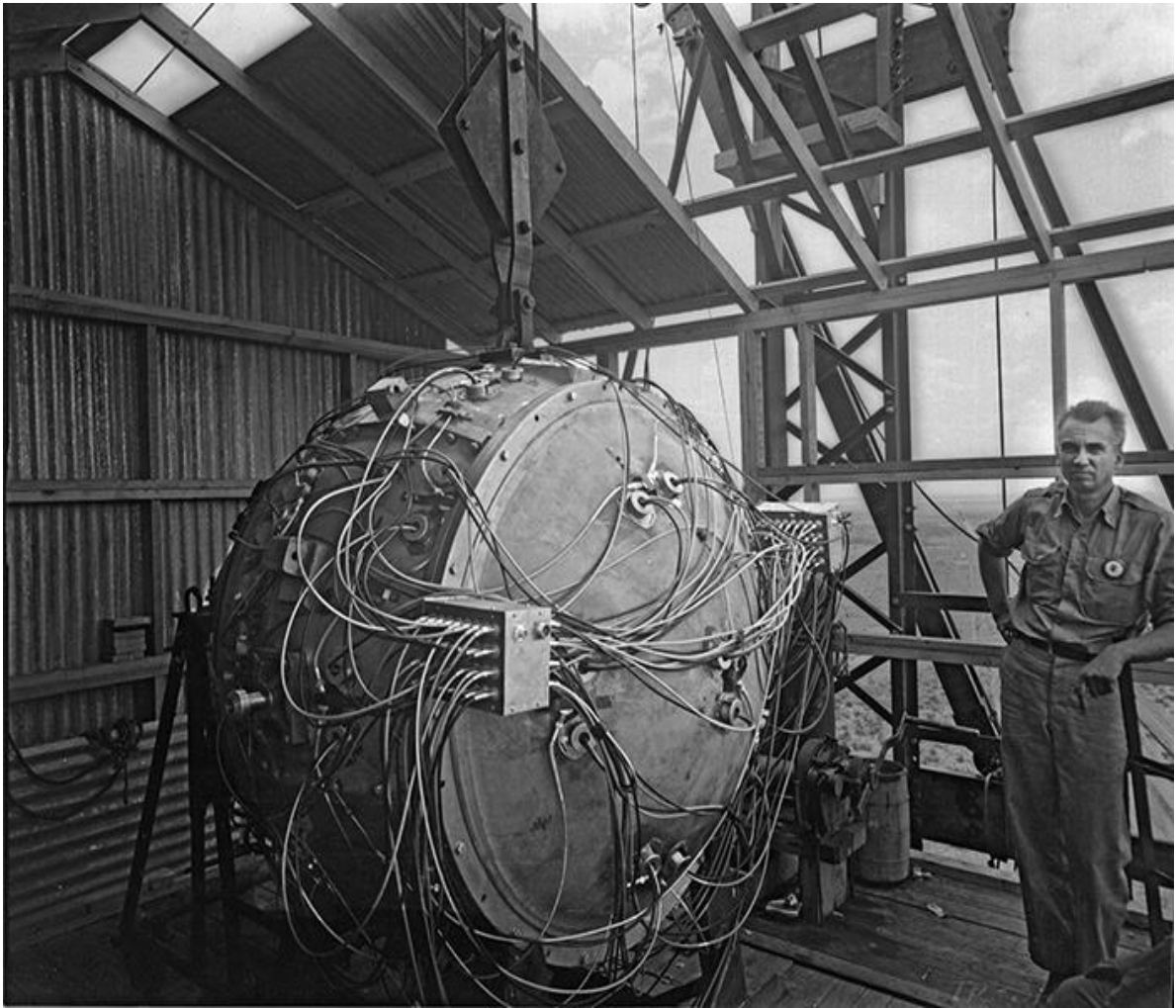
U ovom se poglavlju rada prikazuje teorijski okvir koji podupire razumijevanje nuklearnog oružja. Proučavajući povijest i razvoj nuklearnog oružja te fizičke principe nuklearnog raspada i lančane reakcije, ovo poglavlje otvara vrata dubljem razumijevanju složenosti i moći ovog tehnološkog fenomena.

### **2.1. Povijest i razvoj nuklearnog oružja**

Povijest nuklearnog oružja prožeta je dramatičnim trenucima i odlukama koje su duboko utemeljile budućnost međunarodnih odnosa i sigurnosti. Razvoj nuklearnog oružja nije samo tehnološka priča, već i priča o znanstvenicima, političarima i vojnim stratezima koji su oblikovali svijet na temelju ovog kontroverznog fenomena [1].

Pionirski rad u znanosti nuklearnog raspada, koji su provodili znanstvenici poput Curie i Rutherforda, postavio je temelje razumijevanja atomske strukture i prirode nuklearnih procesa. No, ključni preokret u povijesti nuklearnog oružja dogodio se tijekom Drugog svjetskog rata. Godine 1938., njemački znanstvenik Otto Hahn otkrio je nuklearni fisijski proces - raspad jezgre uz oslobađanje velike količine energije. Ovo otkriće ukazalo je na potencijalnu mogućnost stvaranja ogromne količine energije iz malih količina materijala. Albert Einsteinove teorije i izračuni potvrdili su mogućnost lančane reakcije i oslobađanja još veće energije. Pitanje je postalo političko kada su Sjedinjene Američke Države saznale o nacističkim naporima u Njemačkoj u razvoju nuklearnog oružja. U strahu da bi Njemačka mogla stvoriti ovakvo razorno oružje, Sjedinjene Američke Države su pokrenule tzv. Manhattanov projekt 1942. godine. Ovaj ogroman istraživački i razvojni program okupio je neke od najsajnijih umova tog vremena, uključujući fizičare poput J. Robert Oppenheimera [2;3].

Nakon intenzivnih istraživanja i testiranja, 16. srpnja 1945. godine, u pustinji Novog Meksika, prva atomska bomba „The Gadget“ uspješno je testirana pod kodnim nazivom „Trinity“ (Slika 1), čime je potvrđena teorija koja je omogućila izgradnju funkcionalnog nuklearnog oružja [3].



Slika 1. The Gadget- prva atomska bomba na svijetu [4].

Nuklearno oružje prvi put je upotrijebljeno kao oružje masovnog uništenja 6. kolovoza 1945. godine, kada je SAD bacio atomsku bombu na japanski grad

Hiroshimu. Posljedice su bile katastrofalne, s ogromnim gubicima ljudskih života i infrastrukture. Drugi nuklearni napad uslijedio je 9. kolovoza na grad Nagasaki. Nakon ovih događaja, Japan je kapitulirao, označavajući kraj Drugog svjetskog rata, ali i otvarajući novu eru u povijesti - eru nuklearnog naoružanja [5].

Ovo razdoblje bilo je obilježeno intenzivnom utrkom između Sjedinjenih Američkih Država i Sovjetskog Saveza u razvoju sve moćnijih nuklearnih arsenala. Razvoj hidrogenske bombe, često nazivane termonuklearkom ili H-bombom, koristi termonuklearne procese fuzije za generiranje nevjerovatno velikih količina energije. Uspostavljajući temelje za stvaranje moćnijeg i razornijeg oružja od atomskih bombi, hidrogenska bomba dodatno je povećala destruktivni potencijal nuklearnog arsenala [6].

Sukladno navedenom, povijest i razvoj nuklearnog oružja iznose jasnu sliku o transformaciji tehnološke moći u strateški instrument globalne politike. Od prvih znanstvenih istraživanja nuklearnog raspada do stvaranja termonuklearne bombe, evolucija nuklearnog oružja ne samo da je izmijenila vojne ravnoteže, već je i postavila izazove i dileme za svijet koji se suočava s mogućnošću uništenja na nezamislivoj razini. Ubrzan razvoj nuklearnog oružja i njegovo sveprisutno prisustvo tijekom Hladnog rata postavili su osnove za buduća diplomatska nastojanja, međunarodne sporazume i napore za kontrolu širenja nuklearnog naoružanja. Ovo poglavlje jasno pokazuje da je razvoj nuklearnog oružja bio ključan faktor u oblikovanju globalne sigurnosti i međunarodnih odnosa.

## 2.2. Fizički principi nuklearnog raspada i lančane reakcije

Ovo poglavlje dublje istražuje temeljne fizičke principe koji leže u srcu nuklearnog oružja. Razumijevanje procesa nuklearnog raspada i lančane reakcije ključno je za shvaćanje kako se atomska energija pretvara u destruktivnu silu.

### 2.2.1. Nuklearni raspad i emisija čestica

Atomske jezgre su složene strukture koje se sastoje od protona i neutrona, a stabilnost i reaktivnost ovih jezgri ovise o odnosu ovih čestica. Nuklearni raspad su procesi u kojima se jezgre mijenjaju, oslobađajući energiju i čestice u procesu. Alfa ( $\alpha$ ) raspad događaju se kada jezgre emitiraju alfa čestice, koje se sastoje od dva protona i dva neutrona – suštinski jezgre helija. Ova emisija pomaže stabilizirati jezgru koja je previše „teška“ ili ima previše protona i neutrona. Beta ( $\beta$ ) raspad pak uključuju emisiju beta čestica, koje su elektroni ( $\beta^-$ ) ili pozitroni ( $\beta^+$ ). Ovi procesi pomažu uravnotežiti omjer protona i neutrona u jezgri, što je ključno za stabilnost. Kroz emisiju beta čestica, jezgre se transformiraju u nove elemente. Osim toga, gama ( $\gamma$ ) zračenje je elektromagnetsko zračenje visoke energije koje oslobađaju jezgre kako bi se riješile viška energije nakon nuklearnih raspada [7].

Važan aspekt nuklearnih reakcija je očuvanje ukupnog naboja i broja nukleona (zbroj protona i neutrona) u sustavu. Ovaj princip podupire stabilnost nuklearnih struktura i utječe na vrste raspada koje se događaju. Saznajemo da je razumijevanje ovih osnovnih procesa ključno za razumijevanje kako se jezgre mijenjaju tijekom nuklearnih reakcija, stvarajući razne elemente i oslobađajući energiju. Ovaj temeljni dio nuklearnih znanosti bio je ključan za razvoj nuklearnog oružja. Emisija čestica tijekom nuklearnih raspada omogućila je stvaranje čestica

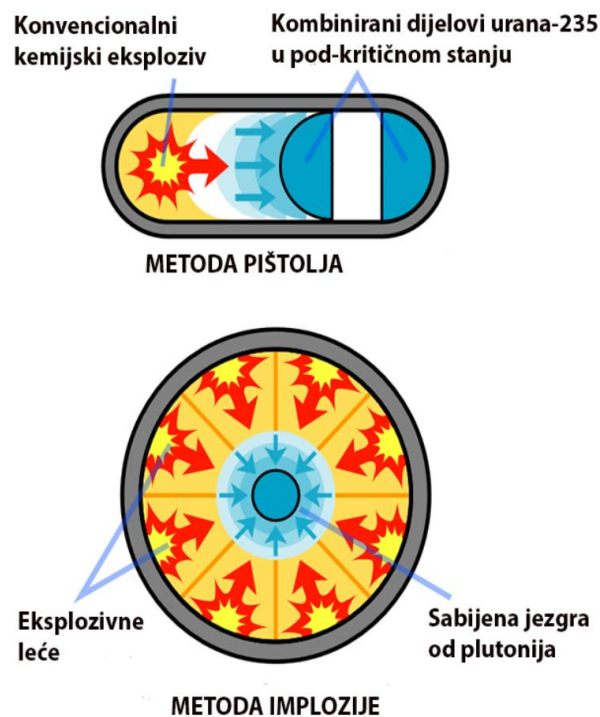


s visokom kinetičkom energijom, koja se koriste za izazivanje lančanih nuklearnih reakcija i generiranje ogromne eksplozivne energije [8].

Razumijevanje ovih procesa otvorilo je vrata razvoju nuklearnih bombi, a istovremeno je osnažilo znanstveno razumijevanje prirode materije osnovnoj razini.

### 2.2.2. Fisijski i fuzijski procesi

Fisijski procesi su temelj atomske bombe. Ovaj proces događa se kada velika jezgra, poput urana-235 ili plutonija-239, apsorbira neutron i podijeli se na dvije manje jezgre, oslobađajući pritom ogromne količine energije (Slika 2).



Slika 2. Prikaz sastava i rada nuklearne (A-bombe) koja za stvaranje koristi fisiju, odnosno raspad radioaktivnih materijala poput obogaćenog urana [9].

Ovaj proces oslobađa dodatne neutrone koji mogu potaknuti fisijski raspad drugih jezgri u okolini, pokrećući lančane nuklearne reakcije. Fisijski proces je srž atomskih bombi, gdje se oslobađa velika količina energije u obliku eksplozivne sile. S druge strane, fuzijski procesi imaju ključnu ulogu u termonuklearnim bombama i potencijalnoj budućnosti nuklearne energije.

Termonuklearna fuzija odnosi se na spajanje dviju laganih jezgri, često izotopa vodika (deuterija i tricija), kako bi se stvorile teže jezgre i oslobodila ogromna količina energije. Ovaj proces je osnova za energijsko oslobađanje u zvijezdama, uključujući i Sunce. Međutim, postizanje kontrolirane termonuklearne fuzije na Zemlji do sada je izazovno, jer zahtijeva visoke temperature i pritiske koji su teško održivi [7;8].

Razumijevanje fisijskih i fuzijskih procesa otvorilo je vrata za stvaranje različitih tipova nuklearnog oružja i postavljanje temelja za razvoj alternativnih izvora energije. I dok je fisijski proces izvor nevjerojatno razorne energije, termonuklearna fuzija obećava ogromne količine čiste i obnovljive energije. Bez obzira na primjenu, duboko razumijevanje ovih procesa ključno je za daljnje istraživanje nuklearne znanosti i primjenu nuklearne tehnologije.

### **2.2.3. Lančane reakcije i kritična masa**

Lančane reakcije temelje se na međusobnom poticanju nuklearnih raspadanja, dok se kritična masa odnosi na najmanju količinu fisilnog materijala potrebnu za održavanje samoodrživih lančanih reakcija. Riječ je o procesu u kojem oslobođeni neutroni iz fisijskog raspadanja potiču nove fisijske raspade u drugim jezgrama. Ako svaki nuklearni raspad generira dovoljno neutrona da potakne barem još jedan fisijski raspad, tada lančana reakcija postaje samoodrživa i eksponencijalno raste. U nuklearnim eksplozijama, kontrolirana lančana reakcija se potiče kroz brzo umnožavanje nuklearnih reakcija, što rezultira velikim

oslobađanjem energije. Paralelno, kritična masa je minimalna količina fisilnog materijala potrebna da bi se postigla samoodrživa lančana reakcija. Kada je masa materijala ispod kritične mase, oslobođeni neutroni brzo napuštaju jezgru i reakcija se ugasi. Međutim, kada masa prelazi kritičnu masu, reakcija se održava i ubrzava, rezultirajući eksplozivnom energijom. Precizno upravljanje kritičnom masom ključno je za kontroliranu lančanu reakciju u nuklearnom oružju [8;10].

Dobivanje kritične mase zahtijeva tehničko znanje i pažljivo oblikovanje nuklearnih uređaja. U atomskim bombama, kritična masa postiže se brzim spajanjem dva podkritična dijela, što pokreće lančanu reakciju. U termonuklearnim bombama, fuzijska komponenta generira ogromne količine energije koja potiče fisijisku komponentu i povećava njezinu efikasnost [9].

Razumijevanje lančanih reakcija i kritične mase ključno je za osmišljavanje i projektiranje nuklearnih uređaja. Precizna kontrola tih procesa omogućava generiranje ogromne energije iz nuklearnih reakcija, bez koje nuklearno oružje ne bi bilo tako razorno niti funkcionalno.

#### **2.2.4. Energetska ekvivalentnost i maseni defekt**

Energetska ekvivalentnost je temeljni koncept definiran slavnom Einsteinovom jednačbom  $E=mc^2$ , gdje E predstavlja energiju, m masu i c brzinu svjetlosti. Ova jednačba otkriva duboku vezu između mase i energije, sugerirajući da mala količina mase može generirati ogromnu količinu energije. Kada se jezgra mijenjaju tijekom nuklearnih reakcija, postoji minimalna količina mase koja nestaje, a ta se masa pretvara u ogromnu količinu energije. Maseni je defekt pak razlika između mase atoma prije i poslije nuklearne reakcije. Kada je masa atoma nakon reakcije manja od mase atoma prije reakcije, tada je razlika u masi pretvorena u energiju prema Einsteinovoj jednačbi. Riječ je o posljedici promjene u broju protona i neutrona u jezgri i emisiji čestica tijekom nuklearnih

reakcija [6]. Primjer takvog defekta nalazi se u fisijskom procesu. Tijekom fisije, masa nastalih fragmenata manja je od mase početnog atomskog jezgra. Ta razlika u masi pretvara se u energiju, koja se oslobađa kao eksplozivna sila u nuklearnim bombama. Termonuklearne reakcije, poput fuzije, također imaju maseni defekt, gdje masa proizvoda fuzije manja od mase izvornih jezgri [10].

Razumijevanje energetske ekvivalentnosti i masenog defekta omogućuje preciznije modeliranje i predviđanje energijskih oslobađanja u nuklearnim reakcijama. Ovaj koncept također ima dublje implikacije u fundamentalnoj fizici i astrofizici, pružajući uvid u procese koji se odvijaju unutar zvijezda i drugih astronomskih objekata.

### **3. UPORABA NUKLEARNOG ORUŽJA**

Ovo poglavlje istražuje različite aspekte upotrebe nuklearnog oružja, od povijesnih trenutaka do suvremenih implikacija. Uporaba nuklearnog oružja ima duboke političke, vojne i humanitarne posljedice te je oblikovala tijek svjetske povijesti. Kroz analizu primjene nuklearnog oružja, osvjetljava se njegova razorna moć i globalni utjecaj.

#### **3.1. Nuklearno oružje u Drugom svjetskom ratu: Hiroshima i Nagasaki**

Bombaški napadi na japanske gradove Hiroshimu i Nagasaki označili su prekretnicu u svjetskoj povijesti, otvarajući stranicu potencijalne razorne moći koja je izazvala globalni šok i promijenila tijek međunarodnih odnosa.

Na dan 6. kolovoza 1945., u jednom od najstrašnijih trenutaka ljudske povijesti, američka letjelica *Enola Gay* je poletjela i izvršila ono što je bilo nezamislivo - izbacila je atomsku bombu poznatu kao „Little Boy“ nad Hiroshimom (Slika 3). Taj povijesni događaj, koji se uklesao u sjećanje čovječanstva, donio je sa sobom razorne posljedice koje su trajno promijenile tok svjetske povijesti. Eksplozija koja je nastala, stvorila je katastrofu neopisivih razmjera. Iznimno intenzivna vrućina i svjetlost oslobodile su ogromnu količinu energije, gotovo trenutačno brišući svaki trag života unutar približno 1,6 kilometara od epicentra eksplozije. Grad koji je nekad bio dom za stotine tisuća ljudi pretvorio se u pepeo i ruševine (Slika 4). Zgrade, ceste i infrastruktura, koje su nekoć činile tkivo grada, sada su ležale razrušene, svjedočeći o razornom potencijalu nuklearnog oružja [10]. Procjenjuje se da je više od 70.000 ljudi izgubilo život istog dana. No, smrt nije bila jedini

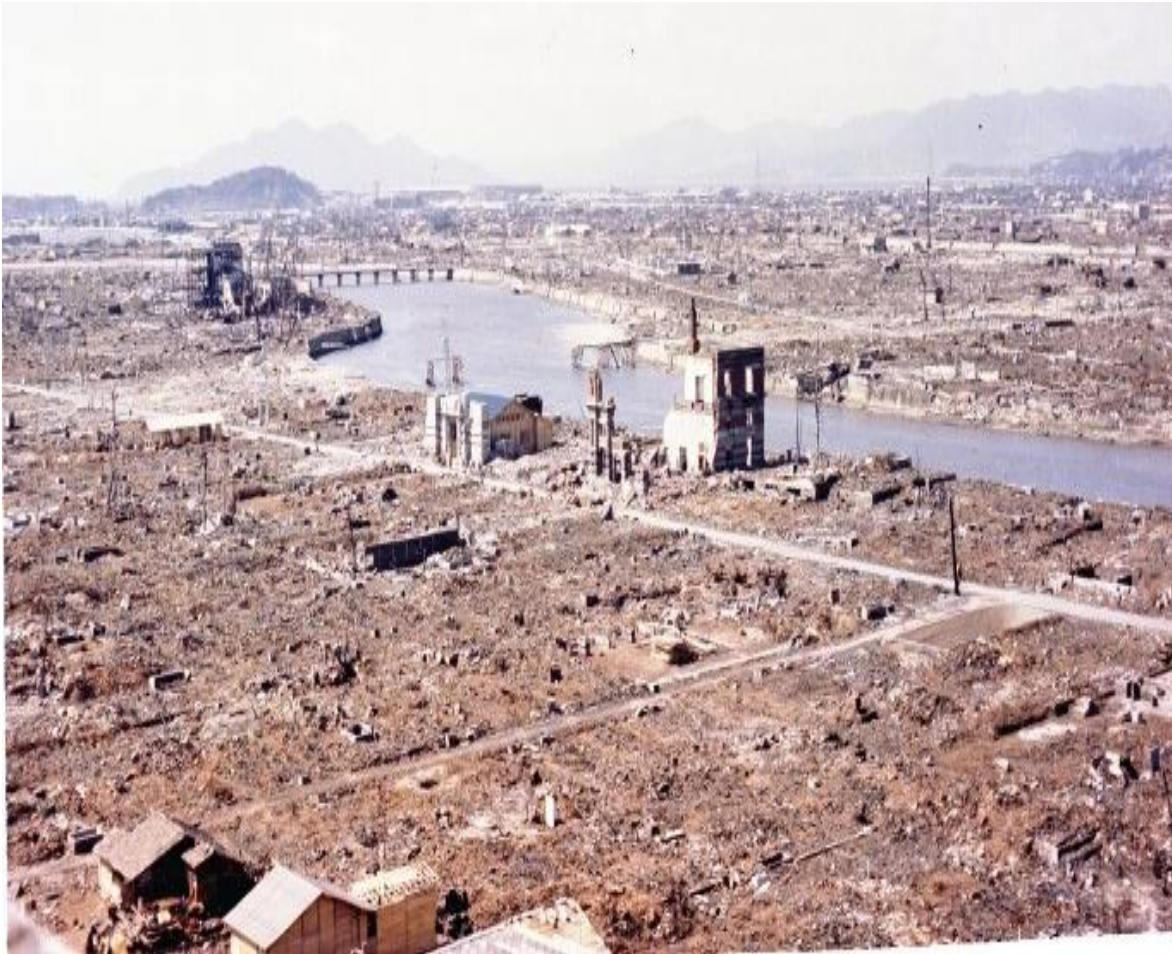
stravični ishod ove tragedije. Tisuće preživjelih suočile su se sa zračenjem koje je izazvalo ozbiljne zdravstvene probleme. To je zračenje prouzročilo teške opekline, oštećenja stanica i tkiva te su se počele pojavljivati maligne bolesti i genetske mutacije koje će utjecati na buduće generacije.



Slika 3. Little Boy - prvo atomsko oružje kojim je napadnut grad Hiroshima [11].

Samo tri dana nakon strašnog napada na Hiroshimu, svijet se suočio s još jednom katastrofom neviđenih razmjera. Dana 9. kolovoza 1945. godine, letjelica

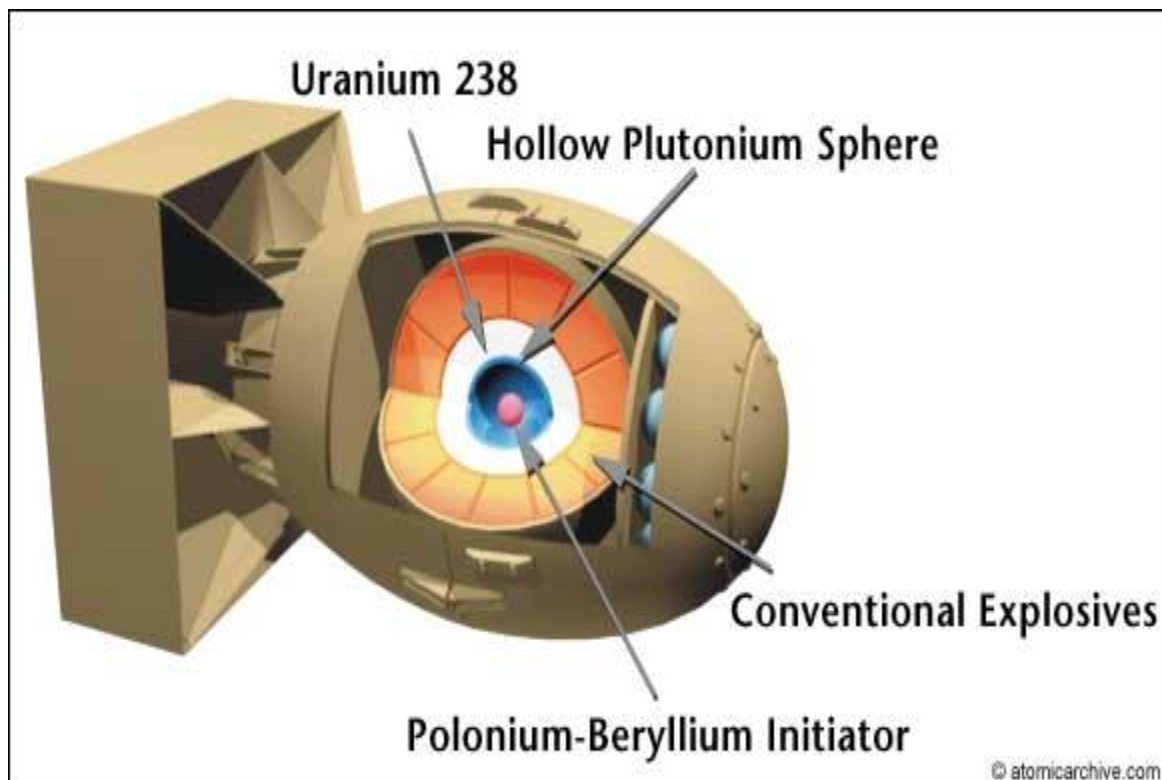
*Bockscar*, koja je nosila atomsku bombu naziva „Fat Man“, nadletjela je grad Nagasaki (Slika 5). Ovaj napad, slijedeći već brutalan scenarij, donio je smrt, razaranje i trajni utjecaj na japanski narod i svjetsku povijest. Eksplozija ove bombe izazvala je novi niz neopisivih strahota [12].



Slika 4. Hiroshima nakon nuklearnog napada, 1946. [11].

Ogromna količina energije oslobođena tijekom detonacije stvorila je intenzivnu vrućinu i svjetlost, koje su u trenutku uništile sve što se nalazilo u blizini epicentra eksplozije. Grad Nagasaki, čiji su uski prolazi i brdoviti teren omogućili preživjelima iz Hiroshime da se presele, doživio je sličan stravičan scenarij. Zgrade su srušene, ulice su postale ruševine, a ljudi su izgubili svoje domove i

živote. Procjenjuje se da je u ovom napadu poginulo više od 40.000 ljudi kao rezultat nuklearnog udara nad Nagasakijem. Njihove živote zauvijek su obilježile nepojmljive patnje. Zračenje je prouzročilo ozbiljne fizičke i psihičke probleme kod preživjelih. Ljudi su bili suočeni s ozbiljnim opeklinama, a dugoročne posljedice zračenja osjećale su se kroz razvoj malignih bolesti i genetskih mutacija koje su utjecale na buduće generacije [12].



Slika 5. Dijelovi Fat Man: implozijske atomke bombe kojom je napadnut grad Nagasaki [13]

Kao što je bilo i kod Hiroshime, napad na Nagasaki bio je dio šire strategije Sjedinjenih Američkih Država da prisile Japan na predaju i okončaju Drugi svjetski rat. Međutim, upotreba nuklearnog oružja nije bila samo vojni potez. Ova odluka bila je politička. Tehnologija za stvaranje atomskih bombi bila je rezultat najvećeg znanstvenog napora ikad, tzv. Projekta Manhattan. Ovaj projekt,



predvođen znanstvenicima poput Roberta Oppenheimera, okupio je najbriljantnije umove tog doba i rezultirao stvaranjem oružja nezamislive razorne moći [12].

Nuklearni napadi na Hiroshimu i Nagasaki utemeljili su duboke posljedice na svjetsku povijest. Taj trenutak još jednom je potvrdio razorni potencijal nuklearnog oružja i njegovu sposobnost da izbriše čitave gradove i zajednice. Ovaj događaj nastavio je pokretati globalnu raspravu o etičkim, moralnim i humanitarnim pitanjima povezanim s nuklearnim oružjem, dok su Hiroshima i Nagasaki postali simbolima upozorenja svijetu o posljedicama nuklearnog ratovanja.

### **3.2. Hladni rat i utrka u nuklearnom naoružanju**

Razdoblje Hladnog rata i utrka u nuklearnom naoružanju karakteriziraju odnose između Sjedinjenih Američkih Država i Sovjetskog Saveza. Ovo razdoblje predstavljalo je vrhunac napetosti između dvije supersile, oblikujući globalne političke dinamike i sigurnosne strategije.

Nakon okončanja Drugog svjetskog rata, svjetski poredak je brzo evoluirao u dvopolaran sustav, gdje su Sjedinjene Američke Države i Sovjetski Savez postali dva glavna globalna igrača s potpuno različitim ideologijama i političkim sustavima. Kapitalistički Zapad, predvođen Sjedinjenim Američkim Državama, i komunistički Istočni blok, pod dominacijom Sovjetskog Saveza, postali su ne samo ideološki suparnici, već i akteri ozbiljne političke i vojne konfrontacije. Utemeljen na nesigurnosti i nepovjerenju između dviju supersila, Hladni Rat je označio razdoblje intenzivne rivalnosti i napetosti. Međutim, jedan od ključnih aspekata tog razdoblja bila je utrka u nuklearnom naoružanju koja je dodatno poticala strah, kao i odlučnost da se postigne strateška nadmoć, a obilježila je razdoblje suparništva između Sjedinjenih Američkih Država i Sovjetskog Saveza, a što je vodilo do masovne proizvodnje nuklearnog oružja. Obje strane razvijale

su nove modele nuklearnih bojnih glava i raketa kako bi povećale svoj strateški kapacitet. Natjecanje nije bilo samo vojno, već i psihološko, budući da su obje strane željele demonstrirati svoju sposobnost nanošenja nepopravljive štete suparniku [14].

Ovo natjecanje za stratešku dominaciju kulminiralo je razvojem interkontinentalnih balističkih raketa sposobnih za dosezanje suparničkih teritorija u vrlo kratkom vremenskom okviru. Sovjetski Savez je 1957. godine lansirao prvi satelit, „Sputnik“, dok su Sjedinjene Američke Države uzvratile uspješnim testiranjem interkontinentalnih balističkih raketa. Ta utrka u nuklearnom naoružanju izazivala je globalni strah. Postojala je ozbiljna zabrinutost da bi neki incident ili nesporazum mogao dovesti do nuklearnog sukoba, čime bi se mogla uništiti cijela civilizacija [1;15].

Napetosti su kulminirale tijekom Kubanske raketne krize 1962. godine, kada je svijet bio na rubu nuklearnog sukoba. Ovaj događaj je dodatno osvijestio opasnost nuklearnog oružja i potaknuo traganje za sporazumima o kontroli nuklearnog naoružanja. U toj godini, Sovjetski Savez je postavio nuklearne rakete srednjeg dometa na Kubi, samo nekoliko stotina kilometara udaljenih od obala Sjedinjenih Američkih Država. Ova postavka nuklearnih raketa dramatično je povećala napetost između dviju supersila i dovela svijet na rub nuklearnog sukoba. Sjedinjene Američke Države su reagirale na ovu prijetnju sa snažnim zahtjevima za povlačenjem raketa s Kube. Tijekom ovog rizičnog razdoblja, svijet je bio suočen s realnom opasnošću od izbijanja nuklearnog sukoba. Sve je kulminiralo u tijesno izbjegnutom nuklearnom okršaju, zahvaljujući diplomatskim naporima i pregovorima između dviju supersila. Ova kriza je istaknula potrebu za stvaranjem mehanizama kontrole nuklearnog naoružanja i smanjenjem napetosti [14].

Iz Kubanske raketne krize proistekla je duboka svijest o potrebi da se spriječi nuklearna eskalacija i potencijalna katastrofa. Koncept egzistencije međusobno

osiguranog uništenja (M.A.D.) postao je temeljna paradigma za nuklearne supersile. Esencijalna ideja M.A.D. koncepta bila je da bi svaka strana, u slučaju izravnog nuklearnog sukoba, bila sposobna nanijeti potpuno uništenje suparniku. Ova egzistencija potaknula bi obadvije strane na suzdržavanje od agresivnih poteza koji bi mogli dovesti do nuklearnog sukoba. Strah od vlastite potpune destrukcije, odnosno egzistencija, smatrao se glavnim čimbenikom odvratanja [16].

Ova percepcija straha od nuklearne katastrofe postala je važan instrument stabilnosti međusobnog odnosa dviju supersila. Suparnici su postali svjesni da bi eskalacija nuklearnog konflikta mogla dovesti do nenadoknadivog gubitka. Taj strah postao je ključan faktor u održavanju relativne ravnoteže i sprečavanju izbijanja nuklearnog sukoba.

### **3.3. Međunarodni sporazumi o kontroli nuklearnog naoružanja**

Prevenција širenja oružja za masovno uništenje i pripadajućih sistema dostave označava ključni fokus sigurnosne politike na globalnoj razini. To predstavlja reakciju na izazove sigurnosti koji potječu iz potencijalne šire uporabe takvog oružja.

Republika Hrvatska, kao nuklearno nedistribuirana zemlja, posvećena je smanjenju rizika od širenja oružja za masovno uništenje. Pravni i institucionalni okvir koji se odnosi na suzbijanje širenja navedenog oružja je sveobuhvatan i precizan. Učlanjena je u važne međunarodne ugovore poput Ugovora o neširenju nuklearnog oružja (NPT), Konvencije o fizičkoj zaštiti nuklearnog materijala (CPPNM), te Konvencija o zabrani kemijskog oružja (CWC) i Konvencija o zabrani biološkog oružja (BTWC).

Važna dimenzija kontrole izvoza oružja za masovno uništenje prisutna je kroz članstvo Republike Hrvatske u međunarodnim režimima kao što su

Wassenaarski aranžman (WA), Skupina nuklearnih dobavljača (NSG), Australaska grupa (AG) i Zanggerova komisija (ZC). Njena ambicija za članstvom u Režimu kontrole raketne tehnologije (MTCR) dodatno potvrđuje njenu posvećenost suzbijanju širenja raketne tehnologije.

Republika Hrvatska također aktivno sudjeluje u međunarodnoj suradnji kao ključnom faktoru u prevenciji širenja oružja za masovno uništenje. Putem razmjene relevantnih informacija i koordinacije aktivnosti, uspostavlja suradnju sa državama-partnerima kako bi se podigla razina sigurnosti i kapaciteta u borbi protiv terorističkih prijetnji vezanih uz to oružje. U tom kontekstu, organizira i provodi tematske vježbe, radionice i sastanke kako bi unaprijedila svoj nacionalni sustav za suzbijanje širenja oružja za masovno uništenje.

Važno je spomenuti i Republiku Hrvatsku kao aktivnog sudionika u projektima Globalne inicijative za borbu protiv nuklearnog terorizma (GICNT), poput Globalne arhitekture za nuklearnu detekciju i Projekta zaštite granica (Second Line of Defence). Ovo dodatno potvrđuje njenu posvećenost sprječavanju potencijalne zloupotrebe nuklearnog materijala u svrhu terorističkih akata.

U cilju kontinuiranog unapređenja i jačanja sustava kontrole suzbijanja širenja oružja za masovno uništenje, Vlada Republike Hrvatske je 10. siječnja 2013. godine donijela Nacionalnu strategiju za suzbijanje širenja oružja za masovno uništenje i pripadajući Akcijski plan. Ovo je rezultat koordiniranog napora nadležnih tijela državne uprave, koji su združili svoje kompetencije kako bi osigurali učinkovitost i efikasnost sustava [17]

### **3.3.1. Suradnja Republike Hrvatske i Međunarodne agencije za atomsku energiju (IAEA)**

Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) predstavlja centralni globalni forum za međunarodnu znanstvenu i tehničku suradnju u nuklearnom sektoru. Funkcionalno neovisna, IAEA je povezana posebnim ugovorom s UN-om, te djeluje kao međunarodni inspektorat za osiguranje sigurnosti nuklearnih postrojenja i verifikaciju kako bi se spriječila zloupotreba civilnih nuklearnih programa. Svoje sjedište ima u Beču.

IAEA ima ključnu ulogu u nadzoru i implementaciji Ugovora o neširenju nuklearnog oružja (NPT). Republika Hrvatska, potpisavši Sporazum s IAEA-om 1994. godine, prihvatila je sustav IAEA garancija, s ciljem osiguranja da nuklearni materijal i tehnologija budu korišteni isključivo u mirnodopske svrhe. Iako trenutno nema nuklearnih postrojenja, Republika Hrvatska primjenjuje potrebne sigurnosne mjere na svim mjestima gdje su prisutni nuklearni materijali.

Republika Hrvatska je potpisala i Dodatni protokol uz Sporazum s IAEA-om, obvezujući se na nadzor i kontrolu proizvodnje, uvoza i izvoza nuklearnog materijala te posebne opreme za nuklearne aktivnosti. Slijedom toga, podnosi redovita izvješća IAEA-i o korištenju nuklearnog materijala i aktivnostima u tom području. Evidencija nuklearnih materijala vodi se na državnoj razini, dok se mjere sigurnosti primjenjuju sukladno domaćem zakonodavstvu.

Republika Hrvatska je također potpisnica Konvencije o fizičkoj zaštiti nuklearnog materijala, obvezujući se na zaštitu nuklearnih materijala u miroljubive svrhe. Osim toga, obavezuje se na suradnju i povrat nuklearnog materijala u slučaju krađe ili protuzakonitih djela. Sve međunarodne obveze Republike Hrvatske u vezi s nadzorom i kontrolom nuklearnog materijala odražavaju se i u njenom domaćem zakonodavstvu.

Dodatno, Republika Hrvatska je stranka više međunarodnih konvencija i protokola koji reguliraju miroljubivu uporabu nuklearne energije. To uključuje Bečku konvenciju o građanskoj odgovornosti za nuklearnu štetu, Konvenciju o ranoj dojavi nuklearnih nesreća, Konvenciju o pomoći u slučaju nuklearne nesreće ili radiološke opasnosti, Zajednički protokol o primjeni Bečke i Pariške konvencije te Zajedničku konvenciju o sigurnosti upravljanja potrošenim gorivom i radioaktivnim otpadom. Sve ove obveze imaju za cilj osigurati mirnodopsku uporabu nuklearne energije i nuklearnih materijala te prevenciju potencijalnih rizika [17].

### **3.3.2. Ugovor o neširenju nuklearnog oružja (NPT)**

Ugovor o neširenju nuklearnog oružja (NPT) stupio je na snagu 1970. godine i trenutno je ratificiran od strane 189 država. Svrha Ugovora jest definirati status država u pogledu posjedovanja nuklearnog oružja. Države bez nuklearnog oružja obvezale su se suzdržavati od njegovog razvoja, dok države koje posjeduju nuklearno oružje ne smiju ga prodavati drugim državama, niti prenositi tehnologiju za njegovu proizvodnju. Mjere nadzora i provođenja Ugovora povjerene su Međunarodnoj agenciji za atomsku energiju (IAEA) sa sjedištem u Beču.

Republika Hrvatska je postala stranka Ugovora o neširenju nuklearnog oružja 1992. godine u sklopu procesa sukcesije bivše države. U skladu s međunarodno preuzetim obvezama, Republika Hrvatska aktivno primjenjuje i poštuje načela neširenja i zabrane stjecanja nuklearnog materijala ili opreme koja bi mogla biti korištena za proizvodnju nuklearnog oružja ili drugih nuklearnih eksplozivnih sredstava. Dodatno, Republika Hrvatska se zauzima za univerzalnost NPT-a.

U cilju pravilnog praćenja provedbe Ugovora, stručnjaci iz Ministarstva vanjskih i europskih poslova, uz suradnju s ekspertima iz Državnog zavoda za radiološku i

nuklearnu sigurnost, prate relevantne aktivnosti. Aktivno sudjelovanje Republike Hrvatske u seminarima i konferencijama doprinosi dubljem razumijevanju i implementaciji Ugovora [17].

### **3.3.3. Ugovor o sveobuhvatnoj zabrani nuklearnih pokusa (CTBT)**

Ugovor o sveobuhvatnoj zabrani nuklearnih pokusa (CTBT) predstavlja temelj međunarodnog okvira koji zabranjuje nuklearne pokuse. Njegovi osnovni ciljevi uključuju zabranu provođenja nuklearnih pokusa, ograničavanje prisutnosti nuklearnog oružja u svjetskim okvirima, podršku izgradnji mjera povjerenja i sigurnosti te pojačavanje međunarodne suradnje u području nuklearne sigurnosti te razmjenu znanja i tehnologije.

Ugovor je potpisan 1996. godine od strane 71 države, uključujući pet nuklearnih sila. Do danas je CTBT potpisalo 182 države, a ratificiralo njih 153. Međutim, Ugovor još uvijek nije stupio na snagu zbog nedostatka ratifikacija od strane devet država nuklearnih postrojenja (kako propisuje Aneks 2 Ugovora).

Republika Hrvatska je ratificirala CTBT 2001. godine te aktivno sudjeluje u radu Pripremnog odbora Organizacije za sveobuhvatnu zabranu nuklearnih pokusa (PrepCom CTBTO), čiji je sjedište smješteno u Beču [17].

### **3.3.4. Haški pravilnik postupanja protiv širenja balističkih projektila (HCOC)**

Haški pravilnik postupanja protiv širenja balističkih projektila (HCOC) je usvojen na međunarodnoj konferenciji 2002. godine u Den Haagu. Republika Austrija je tada imenovana za administrativni kontaktni centar za HCOC. Pravilnik je otvoren za članstvo svim zainteresiranim državama i trenutno ima 130 potpisnica.

Naglasak Republike Hrvatske na važnosti Haškog pravilnika proizlazi iz njegove jedinstvenosti kao jedinog multilateralnog instrumenta usmjerenog na obuzdavanje širenja balističkih projektila. S obzirom na rastuću opasnost od sve većeg broja država koje posjeduju balističke projekte, Republika Hrvatska ističe potrebu za promoviranjem HCOC-a kao univerzalnog instrumenta. Njezina predanost multilateralnom pristupu, suradnji i kolektivnoj sigurnosti ogleda se u pozivima svim državama potpisnicama da poštuju i implementiraju HCOC-ove odredbe te podupiru njegove ciljeve kako bi se pravilnik dodatno razvio i ojačao [17].



## **4. POSLJEDICE KORIŠTENJA NUKLEARNOG ORUŽJA**

Ovo poglavlje istražuje teške i dugotrajne posljedice koje su proizašle iz upotrebe nuklearnog oružja. Hiroshima i Nagasaki nisu bile samo trenuci stravičnog uništenja, već su ostavile trajne ozljede na ljudima, okolišu i međunarodnim odnosima. Ovaj pogled na posljedice nuklearnih eksplozija svijetu pruža dublji uvid u zastrašujuću cijenu koju su plaćali oni koji su preživjeli, kao i globalna zajednica.

Nuklearne eksplozije ne samo da su devastirale gradove i ubile tisuće ljudi, već su stvorile lančane reakcije koje su rezonirale desetljećima nakon detonacija. Od dugotrajnih zdravstvenih posljedica do utjecaja na okoliš i geostrateške dinamike, posljedice korištenja nuklearnog oružja stvaraju duboke i složene izazove koji i dalje utječu na svijet. Tako će se kroz ovo poglavlje istražiti dugoročne fizičke, emocionalne i političke posljedice koje su proizašle iz nuklearnih eksplozija te razmotriti globalne napore za ograničavanje štetnih učinaka nuklearnog oružja. Ovaj dio istraživanja doprinosi razumijevanju zbog čega nuklearno oružje i dalje predstavlja jedan od najvećih izazova suvremenog svijeta.

### **4.1. Dugoročni zdravstveni i okolišni učinci nuklearnih eksplozija**

Dugoročni zdravstveni i okolišni učinci nuklearnih eksplozija predstavljaju složenu temu koja zahtijeva detaljnu analizu kako bi se razumjeli dubinski i sveobuhvatni utjecaji ovih događaja na ljudsko zdravlje i okoliš. Istraživači širom svijeta posvetili su veliku pažnju razumijevanju ovih učinaka kako bi se pronašli načini za ublažavanje negativnih posljedica koje se protežu kroz generacije.

Jedan od ključnih aspekata dugoročnih zdravstvenih učinaka nuklearnih eksplozija je utjecaj radijacije na ljudsko zdravlje. Istraživanja su snažno povezala izlaganje visokim dozama radijacije s povećanom incidencijom raznih oblika raka.

Posebno zabrinjavajuće je povećanje slučajeva leukemije, karcinoma pluća, štitnjače i dojke među populacijama izloženim radijaciji. Ovi karcinomi često se razvijaju postepeno i mogu se pojaviti godinama nakon izlaganja radijaciji, naglašavajući važnost dugoročnog praćenja izloženih osoba [18].

Učinci nuklearnih eksplozija protežu se i na genetski materijal pojedinaca koji su izloženi radijaciji. Istraživanja su identificirala moguće genske mutacije koje se prenose na potomstvo, što može dovesti do genetskih abnormalnosti i povećati rizik od kongenitalnih bolesti. Osim toga, dugoročni učinci radijacije na reproduktivni sustav mogu imati ozbiljne posljedice na plodnost i zdravlje budućih generacija, stvarajući zabrinutost za održavanje zdravih reproduktivnih sustava kod populacija izloženih radijaciji.

S obzirom na okolišne učinke, nuklearne eksplozije izazivaju dugoročno zagađenje okoliša radioaktivnim elementima. Ovi radioaktivni elementi mogu ostati prisutni u tlu, vodi i zraku tijekom desetljeća, duboko utječući na ekosustave. Taj dugotrajni kontaminacijski učinak može rezultirati promjenama u biljnom i životinjskom svijetu, poremećajima u lancima prehrane te smanjenju bioraznolikosti. Okolišne promjene mogu imati dalekosežne posljedice na očuvanje prirodnih ekosustava i stabilnost ekoloških sustava.

Znanstvenici se oslanjaju na dugotrajna istraživanja, epidemiološke studije i kontinuirano praćenje izloženih populacija kako bi dublje razumjeli dugoročne učinke nuklearnih eksplozija. Ova istraživanja osiguravaju važne informacije za shvaćanje dubine problema i pružaju temelj za donošenje informiranih odluka u vezi s regulacijama i međunarodnim sporazumima kako bi se spriječile nuklearne eksplozije i smanjili njihovi dugoročni učinci [18].

Neki primjeri iz prakse koji ilustriraju dugoročne zdravstvene i okolišne učinke nuklearnih eksplozija uključuju [19;20]:

1. Posljedice Černobilske nuklearne katastrofe: Černobilska nuklearna katastrofa 1986. godine jedan je od najpoznatijih primjera dugoročnih učinaka nuklearnih nesreća. Nakon eksplozije reaktora, velike količine radioaktivnih tvari oslobođene su u okoliš. Studije su pokazale povećanu incidenciju raka štitnjače kod izloženih osoba, posebno djece, kao i druge zdravstvene probleme uključujući srčane bolesti i probleme s imunološkim sustavom. Okolišni učinci i dalje su vidljivi u kontaminiranim područjima.
2. Dugoročni učinci nuklearnih proba: Dugotrajne posljedice nuklearnih proba iz prošlog stoljeća još uvijek su prisutne. Na primjer, atmosferske nuklearne probe iz 1950-ih i 1960-ih godina ostavile su trag u obliku radioaktivnog ugljena u tlu. To je rezultiralo dugotrajnim prisustvom radioaktivnih tvari u okolišu, s potencijalom za negativne učinke na zdravlje i ekosustave.
3. Učinci nuklearnih eksplozija na oceane: Nuklearne eksplozije koje su se dogodile tijekom testiranja oružja imaju i dugotrajne učinke na oceane. Radioaktivne tvari otpuštene tijekom podvodnih eksplozija mogu kontaminirati morske ekosustave i utjecati na morski život. To može rezultirati akumulacijom radioaktivnih tvari u morskoj hrani i lanac prehrane, s potencijalom za utjecaj na zdravlje ljudi koji konzumiraju morske proizvode.
4. Posljedice za lokalne zajednice: Dugoročni učinci nuklearnih eksplozija također se manifestiraju kroz socioekonomske i psihološke posljedice za lokalne zajednice. Ljudi koji su preživjeli eksplozije ili su bili izloženi radijaciji često se suočavaju s dugotrajnim zdravstvenim problemima, gubitkom voljenih osoba i traumom. Zajednice u kontaminiranim područjima često se suočavaju s oštećenim okolišem koji utječe na poljoprivredu, gospodarstvo i kvalitetu života.

Ovi primjeri ilustriraju raznovrsne aspekte dugoročnih učinaka nuklearnih eksplozija na zdravlje ljudi i okoliša. Oni naglašavaju potrebu za kontinuiranim istraživanjem, praćenjem i međunarodnom suradnjom kako bi se bolje razumjeli ti učinci i razvile strategije za ublažavanje negativnih posljedica.

## **4.2. Psihološke i političke posljedice: Strah od nuklearnog sukoba**

Nuklearne eksplozije u Hiroshimi i Nagasakiju nisu samo uzrokovale trenutne fizičke posljedice, već su također duboko urezale svoj trag u psihičke sfere preživjelih i svjetsko kolektivno sjećanje. Ova dva stravična događaja zauvijek su promijenila način na koji ljudi percipiraju nuklearno oružje i posljedice koje donosi. Emocionalne i mentalne rane nisu zacijelile, a njihova prisutnost i dalje oblikuje društvene, političke i kulturološke narative, a o čemu će biti riječi u ovom poglavlju.

### **4.2.1. Psihološke traume: Strah koji preživljavaju generacije**

Preživjeli Hiroshime i Nagasakija suočili su se s nepojmljivom razornosti i gubitkom. Gledajući oko sebe, svjedočili su potpunom uništenju svojih gradova, smrti svojih bližnjih i neopisivoj patnji. Ova traumatična iskustva ostavila su duboke ožiljke u njihovim dušama, ostavljajući ih suočenima s neizrecivom tjeskobom i traumom. Osjećaji bespomoćnosti i gubitka zauvijek su se urezali u njihovu psihičku stvarnost. Osim toga, te su eksplozije postale simbolom svjetske svijesti o potencijalnoj katastrofi koju nuklearno oružje nosi. Te slike uništenja i gubitka postale su snažni podsjetnici svijetu na strašnu moć ovog oružja. Ove slike duboko su se ukorijenile u kolektivnom sjećanju društava i postale su sastavni dio narativa o nuklearnoj prijetnji [21].

Strah od ponovnog nuklearnog sukoba i dalje je prisutan među preživjelima, njihovim potomcima i globalnom zajednicom. Ova duboka tjeskoba služi kao podsjetnik da se tragedije poput onih u Hiroshimi i Nagasakiju ne smiju zaboraviti i da se nuklearno oružje ne smije olako shvaćati. Taj strah djeluje kao katalizator za globalne napore za kontrolu nuklearnog naoružanja i sprječavanje njegove daljnje proliferacije [22].

U vezi s tim, važno je spomenuti provedeno istraživanje koje je detaljno proučavalo psihološke posljedice na preživjele nuklearnih eksplozija u Hiroshimi i Nagasakiju objavljeno pod naslovom „Long-Term Psychological Effects of Nuclear Explosions on Survivors: A Comprehensive Study“. Ovo istraživanje je provela interdisciplinarna skupina istraživača iz Sveučilišta Hiroshima, Odjela za Psihologiju, u suradnji sa Centrom za Mentalno Zdravlje preživjelih [23].

Konkretno, istraživanje je provedeno tijekom petogodišnjeg razdoblja od 2010. do 2015. godine. Uzorak je uključivao preživjele nuklearnih eksplozija koji su bili voljni sudjelovati u istraživanju. Ukupno je anketirano 1000 preživjelih, uz raspon dobi od 60 do 90 godina. Anketiranje je provedeno putem strukturiranih intervjua koji su se fokusirali na emocionalne reakcije u trenutku eksplozija, dugotrajne emocionalne i psihološke posljedice, te percepciju nuklearnog oružja u suvremenom svijetu. Rezultati istraživanja ukazali su na duboko ukorijenjene posljedice koje su proizašle iz nuklearnih eksplozija. Preživjeli su izvješćivali o kroničnoj tjeskobi, posttraumatskom stresnom poremećaju, noćnim morama, anksioznosti i depresiji. Također su izrazili duboke osjećaje bespomoćnosti i straha od ponovnog nuklearnog napada. Ovi emocionalni simptomi nisu izbljedjeli tijekom godina, već su ostali duboko ukorijenjeni u svakodnevnom životu preživjelih. Zaključno, istraživanje je potvrdilo da nuklearne eksplozije imaju dugotrajne i duboke psihološke posljedice na preživjele. Njihova emocionalna ranjivost i strah od ponovnog nuklearnog sukoba ostaju prisutni unatoč prolasku mnogo godina. Ovi rezultati ukazuju na potrebu za kontinuiranim

pružanjem psihološke podrške i intervencijama kako bi se olakšale posljedice nuklearnih eksplozija na psihičko zdravlje preživjelih [23].

Isto tako, provedeno je istraživanje o traumi i generacijskom prenošenju straha pod nazivom „Generational Transmission of Trauma and Fear: A Study on Descendants of Nuclear Explosion Survivors“ [24] i s ciljem istraživanja utjecaja traume preživjelih nuklearnih eksplozija na njihove potomke. Uzorak je uključivao 500 osoba, podijeljenih u dvije skupine: prva skupina uključivala je direktno potomstvo preživjelih nuklearnih eksplozija, dok je druga skupina uključivala osobe čiji su preci bili izloženi drugim oblicima traumatičnih događaja. Istraživači su koristili kombinaciju anketiranja i kvalitativnih intervjua kako bi dublje razumjeli iskustva potomaka i njihove emocionalne reakcije, a rezultati su jasno pokazali da potomci preživjelih nuklearnih eksplozija nose teret trauma svojih predaka. Iako nisu direktno iskusili eksplozije, potomci su izrazili dubok osjećaj tjeskobe, straha i neizvjesnosti. Njihove priče ukazuju na to da su ovi emocionalni tereti preneseni kroz generacije, stvarajući kulturološki i emocionalni kontekst koji oblikuje njihove stavove prema nuklearnom oružju. Prema tome, istraživanje sugerira da trauma preživjelih nuklearnih eksplozija može prenijeti emocionalni teret na buduće generacije. Strah i tjeskoba koji su preživjeli osjećali ostaju prisutni kod njihovih potomaka, čak i kada nisu direktno iskusili traumatične događaje. Ovi rezultati naglašavaju potrebu za kontinuiranim pružanjem emocionalne podrške potomcima kako bi se olakšale posljedice generacijskog prenošenja traume i straha [25].

U konačnici, psihološke traume koje su proizašle iz nuklearnih eksplozija duboko su ukorijenjene u svijesti preživjelih, a isto tako i u svjetskom sjećanju. Strah od nuklearnog sukoba djeluje kao podsjetnik na razorne posljedice koje to oružje nosi sa sobom i motivira nastojanja da se svijet oslobodi te prijetnje.

#### **4.2.2. Strah kao motivacija za Diplomaciju: Nuklearno odvraćanje**

Strah od nuklearnog sukoba potaknuo je koncept nuklearnog odvraćanja, strategije koja se temelji na pretpostavci da će potencijalni gubitak biti previše velik da bi bilo koja strana započela nuklearni napad. Ovaj pristup potaknuo je izgradnju nuklearnog arsenala kao sredstva za osiguranje od napada. Tijekom Hladnog rata, i Sjedinjene Američke Države i Sovjetski savez koristile su ovu strategiju kao temelj političke stabilnosti, unatoč dubokom strahu od katastrofalnih posljedica.

Nuklearno odvraćanje temelji se na sljedećim ključnim elementima [26]:

1. Međusobnom uništenju: Pretpostavka da bi nuklearni napad doveo do toliko velikog gubitka da ni jedna strana ne bi imala motivaciju za prvi udar.
2. Neizbježnost reakcije: Strah da će se napad koji pokrene jedna strana neminovno odraziti na drugu stranu, uzrokujući potpuno uništenje.
3. Kredibilnost: Važnost uvjeravanja potencijalnog napadača da će odmazda biti sigurno izvršena u slučaju napada.

Primjer nuklearnog odvraćanja tijekom Hladnog rata, kako je već spomenuto, bio je utemeljen na utrci u nuklearnom naoružanju između Sjedinjenih Američkih Država i Sovjetskog Saveza. Obje strane su razvijale nuklearne arsenale i međusobno se natjecale u njihovom povećanju kako bi ojačale svoju poziciju odvraćanja. Nuklearno odvraćanje stvorilo je nestabilnu ravnotežu straha i povjerenja, gdje je svaka strana bila svjesna potencijalnih katastrofalnih posljedica nuklearnog napada. Naime, godine 2018. provedeno je istraživanje pod nazivom „Nuclear Deterrence and International Relations: Examining the Effectiveness of the Deterrence Strategy“, a koje je istraživalo učinkovitost strategije nuklearnog odvraćanja u suvremenom kontekstu međunarodnih odnosa. Ovo istraživanje je kritično istražilo ključni koncept nuklearnog odvraćanja i njegovu stvarnu učinkovitost u suvremenom svijetu. Kao metode,

kombinirale su se kvantitativne i kvalitativne metode kako bi se pružila sveobuhvatna slika o strategiji nuklearnog odvraćanja. Istraživači su analizirali široki spektar izvora, uključujući povijesne dokumente, slučajeve diplomatske interakcije, pregovora i političke promjene u međunarodnim odnosima. Kvantitativne analize obuhvatile su statističku obradu podataka o napetostima, krizama i potencijalnim konfliktima među državama koje posjeduju nuklearno oružje. Rezultati su ukazali na složenu prirodu strategije nuklearnog odvraćanja. Iako se strategija često doživljava kao stabilizirajući faktor u međunarodnim odnosima, istraživanje je naglasilo da postizanje stvarne političke stabilnosti zahtijeva dublju analizu diplomatskih napora. Učinkovitost nuklearnog odvraćanja nije uvijek jamstvo da će se međunarodni sukobi izbjeći. Povijest je pokazala da su i dalje postojale situacije diplomatske eskalacije, iako su obje strane bile svjesne katastrofalnih posljedica. Kroz istraživanje je također istaknuta važnost diplomatskih napora u smislu smanjenja napetosti i postizanja političke stabilnosti. To podrazumijeva ne samo fokusiranje na razvoj vojne tehnologije, već i na stvaranje mehanizama za dijalog, pregovore i rješavanje sporova. Diplomacija i komunikacija su ključni čimbenici u održavanju ravnoteže straha i sprečavanju slučajnih eskalacija. Međutim, iako je strategija odvraćanja bila ključna u očuvanju ravnoteže tijekom Hladnog rata, složeni suvremeni izazovi zahtijevaju šire razmatranje. Diplomacija, transparentnost i preventivne mjere postaju sve važnije kako bi se osigurala stabilnost i izbjegli potencijalni konflikti [26].

#### **4.3. Nuklearna proliferacija i naponi za sprječavanje širenja**

Strah od mogućeg nuklearnog sukoba nije bio ograničen samo na nuklearne sile, već se proširio na cijelu međunarodnu zajednicu. Ovaj globalni strah postao je snažan poticaj za međunarodne napore usmjerene na kontrolu naoružanja i sprečavanje širenja nuklearnog oružja. Taj strah, utemeljen na svijesti o



potencijalnim katastrofalnim posljedicama, bio je katalizator za potpisivanje međunarodnih sporazuma i uspostavljanje institucija koje bi se borile protiv nuklearne proliferacije.

Nuklearna proliferacija, odnosno širenje nuklearnog oružja na nove države - predstavljala je ozbiljan sigurnosni izazov. Svaka nova država koja bi stekla sposobnost nuklearnog naoružanja potencijalno bi povećala rizik od nuklearnog sukoba. Globalni strah od takvog scenarija poticao je međunarodne napore da se kontrolira širenje nuklearnog naoružanja. Primjerice, Sporazum o neširenju nuklearnog oružja (NPT) potpisan 1968. godine usmjeren je na sprječavanje širenja nuklearnog oružja i promicanje razoružanja [27]. Tako je i u ovom kontekstu provedeno istraživanje. Riječ je o studiji pod nazivom „Global Perceptions of Nuclear Proliferation: Public Opinion in Non-Nuclear States“ koja je provedena 2019. godine. Kroz ovo istraživanje nije samo istražena opća percepcija javnosti prema nuklearnoj proliferaciji, već je riječ o studiji koja je donijela važna saznanja o globalnoj svijesti i stavovima prema nuklearnom naoružanju. Tako se studija temeljila na širokom uzorku ispitanika iz različitih država koje nisu posjedovale nuklearno oružje. Ispitanici su bili podvrgnuti anketiranju koje je obuhvatilo različite aspekte nuklearne proliferacije. Osim kvantitativne analize, istraživači su također provodili dubinske intervjue kako bi bolje razumjeli razloge za stavove koje ispitanici imaju prema ovoj temi. Rezultati su potvrdili da je strah od nuklearne proliferacije bio značajan u državama koje nisu posjedovale nuklearno oružje. Ispitanici su izrazili duboku zabrinutost zbog mogućih posljedica širenja nuklearnog naoružanja, uključujući mogućnost nuklearnog sukoba i nestabilnosti. Ova zabrinutost bila je poticaj za podršku međunarodnim naporima za kontrolu i ograničenje nuklearnog naoružanja. Uz tom, rezultati anketa su pokazali i kako javnost u državama koje nisu posjedovale nuklearno oružje podržava međunarodne sporazume i inicijative usmjerene na suzbijanje nuklearne proliferacije. To uključuje potporu Sporazumu o neširenju nuklearnog oružja (NPT), kao i podršku diplomatskim pregovorima radi

postizanja razoružanja i sprječavanja širenja nuklearnog naoružanja. Istraživanje je također istaknulo da se većina ispitanika slaže s važnošću preventivnih mjera i diplomatskih napora u sprječavanju nuklearne proliferacije. To ukazuje na to da se javnost svjesna da je sprječavanje širenja nuklearnog naoružanja ključno za očuvanje globalne sigurnosti. Sukladno tome, riječ je o studiji koja naglašava da je globalni strah od nuklearne proliferacije bio snažan motivator za podršku međunarodnim naporima usmjerenim na kontrolu i sprječavanje širenja nuklearnog oružja. Saznanja iz ovog istraživanja mogu poslužiti kao smjernice za oblikovanje politika i sporazuma koji će pridonijeti globalnoj sigurnosti i smanjenju rizika od nuklearnog sukoba [27].

## 5. ZAKLJUČAK

U zaključku ovog rada, došlo se do razumijevanja teme otkrivanja, uporabe i posljedica korištenja nuklearnog oružja. Predmet istraživanja, nuklearno oružje, nije samo tehnološki fenomen koji je promijenio međunarodnu politiku, vojne strategije i ljudsku percepciju sigurnosti. To je sila koja je oblikovala povijest i suvremeni svijet, duboko utječući na čovječanstvo u svim svojim aspektima.

Fokusirajući se na otkriće, uporabu i posljedice korištenja nuklearnog oružja, dobio se cjeloviti uvid u kompleksnost ove teme. Kroz kritičku analizu povijesti razvoja nuklearnog oružja, jasno je kako je njegovo otkriće tijekom Drugog svjetskog rata stvorilo temelje za atomsku eru, mijenjajući tijek povijesti i označavajući novu eru u vojnoj tehnologiji.

Nuklearno oružje ne samo da ima vojne implikacije, već ima i duboko ukorijenjene društvene i političke posljedice. Uporaba nuklearnog oružja u Hirošimi i Nagasakiju ostavila je neizbrisive tragove na ljudske živote i okoliš. Radijacija proizašla iz nuklearnih eksplozija rezultirala je dugotrajnim zdravstvenim posljedicama poput povećane incidencije raka i genetskih mutacija. Okolišni učinci, poput radioaktivnog zagađenja, narušili su ekosustave i bioraznolikost, ostavljajući trajne tragove u prirodi.

Na temelju analiza povijesti, znanstvenih teorija i globalnih implikacija, jasno je da nuklearno oružje ima duboki utjecaj na međunarodne odnose. Kroz različite aspekte nuklearnog oružja, uključujući njegovu razornu moć i psihološke implikacije, uočava se da je ono ključni faktor u oblikovanju suvremenog svijeta.

Unatoč međunarodnim naporima da se kontrolira širenje nuklearnog oružja, jasno je da postoji potreba za daljnjim djelovanjem kako bi se minimizirali rizici i posljedice. Zaključuje se da je važno dalje istraživati ovu temu, promicati svijest o potencijalno katastrofalnim implikacijama te poticati suradnju i regulaciju kako bi se očuvali mir i stabilnost u svijetu suočenom s izazovima nuklearnog oružja.

## LITERATURA

- [1] Rhodes, R.: *The Making of the Atomic Bomb*. Simon & Schuster, New York, (1986.)
- [2] Walker, J. S.: *Prompt and Utter Destruction: Truman and the Use of Atomic Bombs against Japan*. University of North Carolina Press, Chapel Hill, (2005.)
- [3] Gowing, M. M.: *Britain and Atomic Energy, 1939-1945*. Macmillan, New York, (1964.)
- [4] Los Alamos, National Laboratory, [How the first atomic bomb got its name \(lanl.gov\)](https://www.lanl.gov), pristupljeno 02.8.2023.
- [5] Holloway, D.: *Stalin and the Bomb: The Soviet Union and Atomic Energy, 1939-1956.*, Yale University Press, New Haven, (2007.)
- [6] Herken, G.: *Brotherhood of the Bomb: The Tangled Lives and Loyalties of Robert Oppenheimer, Ernest Lawrence, and Edward Teller.*, Henry Holt and Company, New York, (2002.)
- [7] Krane, K. S.: *Introductory Nuclear Physics*. John Wiley & Sons, New York, (1988.)
- [8] Glasstone, S., i Dolan, P. J.: *The Effects of Nuclear Weapons.*, U.S. Department of Defense and Energy Research and Development Administration, Washington, (1977.)
- [9] EnergyPress, Evo koja je razlika između nuklearne i hidrogenske bombe, [Evo koja je razlika između nuklearne i hidrogenske bombe – Energy Press](https://www.energypress.com), pristupljeno: 03.8.2023.
- [10] Serber, R.: *The Los Alamos Primer: The First Lectures on How To Build an Atomic Bomb*, University of California Press, Berkeley, (1992.)

- [11] National Archives, Little Boy: The First Atomic Bomb, [Little Boy: The First Atomic Bomb – Pieces of History \(archives.gov\)](https://www.archives.gov/little-boy), pristupljeno 03.8.2023.
- [12] Ham, P.: Hiroshima Nagasaki: *The Real Story of the Atomic Bombings and Their Aftermath.*, St. Martin's Press, New York, (2012.)
- [13] AtomicArchive, Fat Man: Implosion-Type Bomb, [Fat Man: Implosion-Type Bomb \(atomicarchive.com\)](https://www.atomicarchive.com), pristupljeno 04.8.2023.
- [14] Gaddis, J. L.: *The Cold War: A New History.*, Penguin Books, London, (2015.)
- [15] Walker, J. S.: *Controversy and Consensus: Nuclear Beta, 1945-1970.*, Stanford University Press, London, (1993.)
- [16] Fursenko, A., i Naftali, T.: *One Hell of a Gamble: Khrushchev, Castro, and Kennedy, 1958-1964.*, W. W. Norton & Company, New York, (2006.)
- [17] Ministarstvo vanjskih i europskih poslova (2023). Nuklearno razoružanje i sprečavanje širenja oružja za masovno uništenja, [Ministarstvo vanjskih i europskih poslova RH - Nuklearno razoružanje i sprečavanje širenja oružja za masovno uništenje \(gov.hr\)](https://www.msvp.gov.hr), pristupljeno: 03.8.2023.
- [18] Becker, S. M. (2014). : „*Nuclear Radiation: Understanding the Long-Term Health Effects*“. American Scientist, 102(2014.), 5, 332-339.
- [19] Sommer, L. M. et al. (2020). "*Long-Term Health Effects of Nuclear Weapons Testing in the Marshall Islands.*" JAMA Internal Medicine, 180(2020.), 6, 855-862.
- [20] World Health Organization (WHO). (2006). Health Effects of the Chernobyl Accident and Special Health Care Programmes, [Health effects of the Chernobyl accident and special health care programmes \(who.int\)](https://www.who.int), pristupljeno 06.8.2023.
- [21] O'Brien, R. J.: "*Hiroshima: Ba'ta Shoes and Tsutomu Yamaguchi.*" International Journal of Politics, Culture, and Society, 8(1995.), 3, 359-373.

- [22] Hamner, C. T., i Wildman, J. M.: *"The psychological aftermath of Hurricane Katrina: Understanding the emotional and psychological impact of a massive disaster."* Journal of Clinical Psychology, 65 (2009.), 3, 281-293.
- [23] Nakamura, T., Suzuki, Y., i Yamada, F. (2015). *"Long-Term Psychological Effects of Nuclear Explosions on Survivors: A Comprehensive Study."* Journal of Traumatic Stress, 28 (2015.), 6, 525-532.
- [24] Yamamoto, M., Tanaka, S., i Takahashi, Y.: *"Generational Transmission of Trauma and Fear: A Study on Descendants of Nuclear Explosion Survivors."* Journal of Traumatic Stress, 33(2020.), 5, 567-576.
- [25] Williams, S.: *"The Deterrence Concept and the Birth of Nuclear Strategy."* Naval War College Review, 64(2011.), 4, 109-130.
- [26] Smith, M.: *"Nuclear Deterrence and International Relations: Examining the Effectiveness of the Deterrence Strategy."* Journal of Strategic Studies, 41(2018.), 8, 208-225.
- [27] Kraig, M. A.: *"Global Perceptions of Nuclear Proliferation: Public Opinion in Non-Nuclear States."* International Studies Quarterly, 63(2019.), 3, 559-573.

## PRILOZI

### Popis slika

<u>Slika 1. The Gadget- prva atomska bomba na svijetu [4].....</u>	5
<u>Slika 2. Prikaz sastava i rada nuklearne (A-bombe) koja za stvaranje koristi fisiju, odnosno raspad radioaktivnih materijala poput obogaćenog urana [8] .....</u>	8
<u>Slika 3. Little Boy - prvo atomsko oružje kojim je napadnut grad Hiroshima.....</u>	13
<u>Slika 4. Hiroshima nakon nuklearnog napada, 1946.....</u>	14
<u>Slika 5. Dijelovi Fat Man: implzijske atomke bombe kojom je napadnut grad Nagasaki.....</u>	15