

---

## Nuklearna sigurnost

---

GORDANA LACKOVIĆ<sup>1</sup>

### Sažetak

*Govoriti o suvremenom društvu, a zanemariti nuklearnu opciju, neozbiljno je. Nuklearna energija, tehnologija, a time i nuklearna sigurnost imaju dvojaki karakter: vojni, čiji su počeci vezani za projekt Manhattan, i civilni, ponajprije u smislu proizvodnje jeftine energije i utjecaja na okoliš. S jedne strane, vojni karakter rezultirao je utrkom u naoružanju, koja je sve više prelazila iz kvantitativne u kvalitativnu; sve je više bila utrka u tehnološkom smislu. Vrhunac je bio SDI — jedan od ciljeva tog projekta bio je nametnuti bivšem Sovjetskom Savezu "tehnološku utakmicu" u kojoj se zna pobjednik i na taj način uništiti rivala na "svjetskoj pozornici". S druge strane, sedamdesete su donijele dva naftna šoka i upozorile svijet da je došao kraj eri blagostanja. Kao jedno od alternativnih rješenja pojavila se i nuklearna opcija. Smatralo se da odgovor leži upravo u toj opciji, da će ona osigurati jeftinu, dostupnu i sigurnu energiju i tehnologiju. Događaji koji su slijedili demantirali su sva očekivanja. Nuklearne nesreće postale su svakodnevnica u životu ljudi. Očekivano se nije ostvarilo — ekološki prihvatljiva energija i tehnologija. Umjesto toga dobili smo "noćnu moru" s dva lica: s jedne strane, problem odlaganja i skladištenja radioaktivnog otpada, a s druge strane, tzv. kineski sindrom, da ne dođe do potpunog taljenja radioaktivne unutrašnjosti; jer ni za jedan od tih problema nema trajnog rješenja.*

**Ključne riječi:** nacionalna sigurnost, nuklearne nesreće, Sjedinjene Američke Države, Rusija

## 1. UVOD

Polemike oko nuklearne problematike općenito, time i pitanje nuklearne sigurnosti (civilne i vojne) i okoliša u zadnjem desetljeću 20. stoljeća, napose nakon sporazuma o nuklearnom razoružanju između Sjedinjenih

---

1 Gordana Lacković polaznica je poslijediplomskog studija Međunarodni politički odnosi na Fakultetu političkih znanosti u Zagrebu.

Država i bivšeg Sovjetskog Saveza kao i zbivanja na globalnom planu, determinirala su odnos prema tom spletu pitanja.

Ratovi, valovi izbjeglih i prognanih, ekonomske krize itd. privremeno su potisnuli ovu problematiku s "naslovnih stranica vodećih tiskovina". Černobil i njegove posljedice<sup>2</sup> postali su u usporedbi s ratovima na kraju ovog stoljeća "dječja igra". Međutim, realna opasnost od nuklearnih katastrofa i dalje postoji, i to ne u obliku sraza Sjedinjenih Država i Rusije, što je manje vjerojatno zbog posljedica do kojih bi došlo, nego i zbog promjene konstelacije snaga na globalnom planu (koji nisu jednaki kao u doba hladnog rata i utrke u naoružanju). Sve se više javljaju novi oblici, kako u civilnoj tako i u vojnoj sferi, vezani za nuklearno ugrožavanje, npr. ekofafija i ekoterorizam – najizraženiji u domeni krijumčarenja nuklearnog oružja i tehnologije, ponajprije s područja bivšeg Sovjetskog Saveza.

Stoga, želim ukazati na činjenicu da ovaj problem neće nestati "ako ga se pomete pod tepih" i čeka da se riješi sam od sebe. Pandorina kutija je otvorena realizacijom projekta Manhattan.

Pitanje koje se nameće je sljedeće: *je li nuklearna sigurnost moguća ili nije?* Ako je odgovor ne, što nam je činiti da se ostvari zadovoljavajući stupanj sigurnosti, odnosno da bude ekološki prihvatljiv?

## 2. DEFINIRANJE POJMA SIGURNOSTI

Definiranju pojma sigurnosti prilazi se s različitih stajališta, koje možemo sagledati s tradicionalnog i suvremenog gledišta. "Osim tradicionalnog shvaćanja sigurnosti kao vojnog problema, pod težinom postojećeg međunarodnog sigurnosnog okruženja, koje naglašava logiku razumijevanja cjelovite povezanosti i ovisnosti suvremenog svijeta, aktualiziraju se i druge dimenzije sigurnosti – ekološke i civilizacijske (čovjekova prava i slobode i drugo)."<sup>3</sup> Istraživanja sigurnosne problematike zasnivaju se na idejama i spoznajama različitih povijesnih izvora; tri su dominantna i osobito važna: **politička biblioteka**

1. *klasična politička filozofija* (djela Machiavellija, Montesquieua, Hobbsa, Locka, Rousseaua i dr.)
2. *kršćanska politička misao* (doktrina o pravednom ratu)
3. *moderna politička misao* (realistički i idealistički pravac).

2 Najčešće spominjana nuklearna katastrofa, koju i ja uzimam za primjer, upravo zbog posljedica koje je izazvala ne samo u jednoj od republika bivšeg SSSR-a nego i šire.

3 Anton Grizold, *Međunarodna sigurnost, Teorijsko-institucionalni okvir*, Fakultet političkih znanosti, Zagreb, 1998., str. 23.

Pojam sigurnosti danas obuhvaća niz različitih dimenzija čovjekova življenja i djelovanja u društvu i prirodi. Definiranje sigurnosti počinje od jednostavne definicije koja se temelji na tvrdnji da je zdravlje nepri-  
sutnost ili odsutnost bolesti, stoga se definira kao stanje odsutnosti svih oblika ugrožavanja. Prof. A. Grizold definira sigurnost kao "stanje u kojem je osiguran uravnotežen fizički, duhovni, društveni i materijalni opstanak pojedinca i društvene zajednice u odnosu prema drugim pojedincima, društvenoj zajednici i prirodi."

Za razliku od prof. Grizolda, Leksikon temeljnih pojmova politike *sigurnost* definira kao "zaštitu ljudskog života i poretka političke zajednice od nasilnog djelovanja".

Različiti autori različito su shvaćali sigurnost, tako Q. Wright pod sigurnošću razumijeva takve uvjete u kojima nije vjerojatan napad ili strah pred napadom na teritorij, kulturu ili državne institucije. Prof. R. Vukadinović u knjizi "Međunarodni politički odnosi" pod sigurnosti podrazumijeva: "fizički opstanak jedne države i njezina stanovništva, zajedno s osnovnim atributima neovisnosti i stalnim materijalnim prosperitetom države."

U proučavanju suvremene sigurnosti mogu se prepoznati četiri osnovna pristupa:

1. proučavanje sigurnosti na razini nacionalne države: problemi sigurnosti, blagostanja i preživljavanja pojedine države.
2. sigurnost na međunarodnoj razini: sigurnost jedne države povezana sa sigurnošću ostalih država. Naglasak je na ulozi međunarodnih institucija u osiguranju sigurnosti.
3. regionalni pristup: proučavanje sigurnosne politike u pojedinim svjetskim regijama.
4. globalni pristup: cjelovito obuhvaćanje sigurnosti u sadržajnom i prostornom smislu.

Analizirajući definicije sigurnosti, možemo zaključiti da je tradicionalan pristup sigurnosti vezan uglavnom za vojni segment i opstanak države s obzirom na njezinu presudnu ulogu, dok je suvremeno shvaćanje sigurnosti polivalentno; zahvaća vojnu, političku, gospodarsku, društvenu i ekološku sferu, od pojedinca do međunarodne zajednice.

Sukladno prethodno navedenom, nuklearnu sigurnost mogli bismo definirati kao stanje u kojem postoji odsutnost izvora ugrožavanja (nuklearnog) kako u vojnoj tako i u civilnoj sferi ljudskog življenja.

### 3. VOJNA DIMENZIJA NUKLEARNE SIGURNOSTI

Početak cijele priče nije tako daleka prošlost. Mnogima su se u pamćenje usjekle strahote Hirošime i Nagasakija, a sve je počelo Roentgenovim otkrićem 1895., preko prve fisije 1939. i projekta Manhattan. Realizacija prve atomske bombe otvorila je vrata utrci u naoružanju koja je čovječanstvo dovela do samog ruba totalnog uništenja. Taj projekt iznjedrio je nuklearno oružje, izvor energije i tehnologiju o kojima se nije dovoljno znalo (kakve su posljedice i koje su mjere zaštite). U skladu s događajima nakon prve eksplozije smatralo se da ovo oružje nema gotovo nikakvih posljedica za okoliš — osim stravičnih ljudskih gubitaka, prvi učinci pokusne nuklearne eksplozije kod većine sudionika izazvali su ushićenje mišlju da su proizveli bombu koja "ne oštećuje" materijalna dobra nego "samo" uništava neprijateljsko ljudstvo. Učinci atomskog oružja vidljivi su i nakon nešto više od 50 godina na stanovnicima Japana, tj. Hirošime i Nagasakija. 130.000 ljudi poginulo je odmah, a još 70.000 umrlo je od posljedica radijacije u Hirošimi do 1950., dok je u Nagasakiju odmah poginulo 70.000 ljudi i još toliko umrlo do 1950. To su "samo" ljudski gubici, čiju vrijednost izraženu u novcu nije moguće iskazati,<sup>4</sup> da ne govorimo o ostalim direktnim i indirektnim gubicima. Stanovnici ova dva grada i danas osjećaju posljedice događaja od prije 54 godine, i to ne samo sudionici tih događaja, nego i generacije koje nisu bile uključene u jedan od najvećih zločina nad civilnim stanovništvom. Nakon ovih šturih podataka čovjek se ne može ne upitati što bi bilo da je bio prihvaćen prijedlog Nielsa Bohra o uvođenju međunarodne kontrole nad atomskim oružjem. Međutim, do toga nije došlo i dogodilo se što se dogodilo. Kotač zbivanja krenuo je poznatim pravcem, i to samo zbog nečije političke sujete.

Čovječanstvo se suočilo s atomskim monopolom, a nakon prve sovjetske atomske eksplozije zašlo je u konfrontaciju kojoj se nije nazirao kraj (bilateralno zastrašivanje, masovna odmazda, uzajamno sigurno uništenje, a kao vrhunac svega SDI, poznatiji kao Rat zvijezda). Utrka u naoružanju sve je više dobivala dimenziju tehnološke prirode (inovacije i mediji gdje bi se oružje moglo upotrijebiti). Tehnološki napredak u naoružanju kudikamo je veći nego u civilnoj proizvodnji, opće je poznata stvar da najbolji istraživački i znanstveni stručnjaci rade za potrebe vojске i da se rezultati mnogih popratnih pojava kasnije primjenjuju u civilnoj domeni. Npr. "Na svakih 100 USD vojnih nabavki u SAD-u, Velikoj Britaniji i Francuskoj, 30 USD otpada na istraživanje, dok u gra-

4 Ako to usporedimo s kriterijima Međunarodne organizacije rada koja svaki smrtni slučaj uzrokovan nezgodom na radu evidentira kao gubitak 7.500 izgubljenih radnih sati, može se do neke granice odrediti gubitak društva.

danstvu na istraživanje otpada svega 1,9 do 7,5 USD.<sup>5</sup> Usprkos činjenici da je proizvedeno i uskladišteno oružja dostatno da se nekoliko puta uništi Zemlja, utrka u naoružavanju sve je više bila utrka u tehnološkom smislu.

U prvi plan nije izbijala megatonaža i broj nuklearnih bojnih glava, radilo se o strategijskom ili taktičkom nuklearnom oružju, općenito se smatralo da je glavna težnja u poboljšanju kvalitete, a ne kvantitete. Prenositelji ofenzivnog oružja (bombarderi, ICBM, SLBM) pokazivali su tendenciju nepovećavanja, radije su bili zamjenjivani novijim i efikasnijim sustavima. Sve je to dokazivalo da je utrka u naoružanju dobivala sve više tehnološko-kvalitativnu dimenziju. Na prvom mjestu bila je točnost gađanja raketama (uvodjenje raketa Minuteman III i Poseidon), zatim ojačavanje silosa, daljinska promjena cilja i povećanje akcijskog radijusa strategijskih bombardera i težine korisnog tereta. Značajno je i uvođenje mini nuklearnog oružja,<sup>6</sup> ponajprije u Europi, čija je moć manja, eksplozija nije velika i nema gotovo nikakvih radioaktivnih ostataka. U tom trenutku, najgora strana te modernizacije bila je u tome što se povećavala mogućnost stvarne upotrebe nuklearnog oružja u slučajevima krize, a ujedno nije bila u duhu Ugovora o neširenju nuklearnog oružja. Pristaše ovog oružja smatrale su da će se moći upotrijebiti kao konvencionalno oružje bez opasnosti od eskalacije. Tendencije utrke u naoružanju kretale su se od toga da se je od utrke u količini prelazilo s atomske na hidrogensku bombu i od manje na veću moć u pojedinačnim bojnim glavama. To je bila utrka da se poveća jačina bombi, od kilotonskih na megatonske, ali radilo se i na unapređivanju tehnologije prenositelja.<sup>7</sup> Naglašavala se prijetnja masovnim razaranjem i sve većom kvalitetom nuklearnog oružja, čime je nuklearni rat postao nešto o čemu treba razmišljati. "Ukratko, nuklearni se rat iz grubog, nedorečenog, nespretnog stanja, uzdigao u svijesti vojnih planera do visoko usavršenih i operativnih razina. Nuklearna oružja usklađena su sa suvremenim zahtjevima i pripremljena za upotrebu. A pritisak da se nastave modernizacija i inovacija ni dalje ne popušta."<sup>8</sup> Sigurnosni aspekt nije jedina razina sagledavanja nuklearne sigurnosti. Značajan segment su i izdaci za vojne svrhe, a time i za astronomski velika istraživanja i razvoj nuklearnog oružja (npr. od 1945–1975. ti izdaci iznosili su 4.500 milijardi dolara, to

5 *Naoružanje i razoružanje u nuklearnom dobu: priručnik*, urednik prof. dr. sc. R. Vukadinović, SIPRI – Međunarodni stockholmski institut za proučavanje mira, Globus, Zagreb, 1978. str. 14.

6 Pod pojmom nuklearnog mini oružja očito se misli na naprave male težine i male moći koje bi jedan čovjek mogao nositi u ručnoj torbi i lansirati bacačem ili bazukom, ili ukopati u rupe kao nuklearne razorne mine (ADM) i ispaliti izdaleka., ibidem, str. 31.

7 Prekretnica je nastupila lansiranjem Sputnjika 1957. i uvođenjem ICBM projektila.

8 ibid., str. 33.

jest ukupni su izdaci za isto razdoblje bili jednaki zajedničkom bruto nacionalnom proizvodu 65 zemalja u Latinskoj Americi i Africi, jednaki izdacima za obrazovanje svih vlada u svijetu ili 15 puta veći od vrijednosti ukupne službene pomoći zemljama u razvoju). U uskoj vezi s tim je i proizvodnja i trgovina vojnom opremom i oružjem, što s jedne strane predstavlja značajan dio djelatnosti mnogih nacionalnih gospodarstava, dok s druge strane zemlje trećeg svijeta sve većim udjelom vojnih izdataka u GDP-u, sve više izdvajaju za vojne potrebe i time svoje države dovode u nezavidnu situaciju. Dobar pokazatelj kolika se materijalna sredstva izdvajaju za vojne potrebe je i odluka o reaktiviranju Reaganova plana o tzv. "Svemirskom štitu" za koji bi se izdvojilo 10,5 milijardi dolara u razdoblju od pet godina.

Ništa manje opasni za okoliš nisu ni biološko i kemijsko oružje te ostala konvencionalna oružja. Rat djelovanjem na okoliš, ekocid i oružje masovnog uništavanja po važnosti ne zaostaju za nuklearnim oružjem. Primjena nuklearnog i termonuklearnog oružja potencira mogućnost ratnog ekocida. Taj tip ratovanja, u najgoroj varijanti, primijenio je SAD u Vijetnamu, gdje je, osim velikih ljudskih žrtava, ozbiljno poremećen bio i ekosustav, te će biti potrebni deseci a možda i stotine godina da se uspostavi prvobitna ekološka ravnoteža.

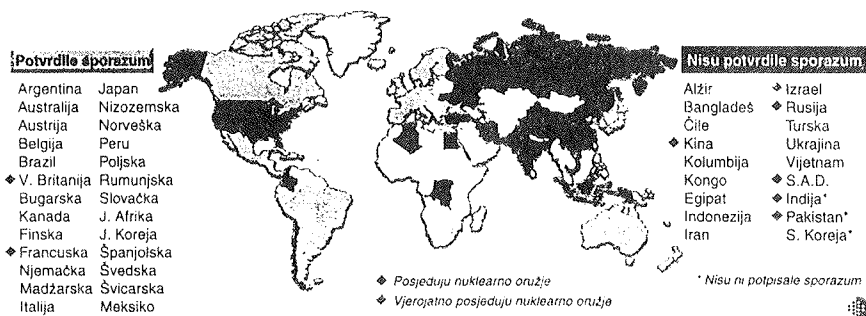
Unatoč svim naporima da se smanji utrka u naoružanju, prije svega nuklearnom, pomalo se gubi iz vida činjenica širenja proizvodnje konvencionalnog oružja. Tako je nedavno u "Večernjem listu" prenesena vijest iz "Panorame" da inženjeri američke vojske izrađuju "zeleno" streljivo (može provrtjeti kacigu i tijelo, ali ne zagađuje okoliš), što je svojevrsni cinizam: ne zagađuje okoliš, ali uništava vrlo značajnu kariku u cjelokupnom ekosustavu — čovjeka.

U posljednje vrijeme vrlo su aktualna dva pitanja vezana za nuklearno razoružanje: pitanje američkih N-bombi u Europi i Sporazum o zabrani nuklearnih pokusa. Prema podacima koji su objavljeni u "Večernjem listu", u Italiji je uskladišteno 30 američkih N-bombi, od toga 20 u Avianu kod Pordenonea, što je djelić nuklearnog arsenala koji su Sjedinjene Države imale u jeku hladnog rata u Europi (više od 1000 nuklearnih bojevih glava). Iako je riječ o manjem broju bombi tipa B61, one imaju veliku razornu moć (snaga varira od 1 KT TNT do 160 KT). Drugo pitanje vezano je uz Sporazum o zabrani nuklearnih pokusa, koji je posebno je dobio na značaju zbog činjenice da je američki Senat odbio potvrditi Sporazum (CTBT). Unatoč tome što je republikanska većina nadglasala demokratske senatore, predsjednik Clinton istaknuo je da će SAD poštivati moratorij na nuklearne pokuse i poticati ostale zemlje da učine isto. Republikanci smatraju da bi zabranjivanje nuklearnih pokusa Sjedinjene Države udaljilo od vodeće uloge u svjetskim naporima spreča-

vanja širenja nuklearnog naoružanja (s obzirom na činjenicu da se širi klub tzv. petorice koji posjeduju nuklearno oružje, i to ponajprije državama kao što su Pakistan i Indija, što je izuzetno zabrinjavajuće zbog "političke trusnosti" regije i potencijalne mogućnosti upotrebe u političkim razračunavanjima). Da bi Sporazum stupio na snagu, moraju ga ratificirati 44 države koje imaju kapacitete za proizvodnju nuklearnog oružja. Potvrdilo ga je 26 zemalja, od toga samo dvije svjetske nuklearne sile: Francuska i Velika Britanija. Kina i Rusija izrazile su žaljenje zbog odbijanja Senata i najavile ubrzanje procesa ratifikacije. Indija će poštivati moratorij, dok je Japan izjavio da je vrlo žalosno što senatori nisu potvrdili Sporazum te da će to imati nemjerljiv učinak na proces nuklearnog razoružanja u svijetu.

### Slika 1.

#### Zemlje koje su ratificirale CTBT



Izvor: "Večernji list", 15.10. 1999.

Da status ove problematike ni izbliza nije riješen, vidljivo je iz činjenice da se širi krug "nuklearnih zemalja" i da se i dalje ulažu golemo sredstva u usavršavanje u kvalitativnom smislu. Postojećim potencijalima definiraju se nove uloge: dokaz za to su i nove nuklearne strategije Sjedinjenih Država (objavljena 1997.), Ruske Federacije i Francuske. Iako Brzezinski u *Velikoj šahovskoj ploči* osporava ruski nuklearni potencijal, tj. tvrdi da ne predstavlja opasnost za SAD, on je i te kako opasan u sigurnosnom i ekološkom smislu, ne samo za zemlje u regiji i Zapadnu Europu nego i za Sjedinjene Države, s obzirom na namjeru da se osigura siguran i zdrav život svakog pojedinca. Kada je u pitanju očuvanje okoliša i ostvarenje ekološki prihvatljivog stupnja sigurnosti, nuklearna problematika ima i te kako globalno i planetarno značenje.

#### 4. CIVILNA DIMENZIJA NUKLEARNE SIGURNOSTI

Govoriti o razvoju društva i sagledavati suvremen način života, a ne baviti se nuklearnom energijom i tehnologijom teško da se može zamisliti. Na to nas upućuje nešto više od 50 godina iskustva. Sva istraživanja u medicini, energetici i znanosti općenito ostavila su dubok trag. Kada govorimo o civilnoj dimenziji nuklearne sigurnosti možemo je promatrati kroz tri pod — dimenzije: nuklearna energija kao izvor energije, nuklearna tehnologija i katastrofe nuklearnih elektrana.

*Nuklearna energija → The environment — a multidisciplinary concern* smatraju definiranje energije kao nešto što se nalazi svuda i što sve omogućava, ograničavanjem koncepta energije i površnim sagledavanjem. Prosječan čovjek ima općenite predodžbe o energiji, nama je značajna društvena uloga energije, ekološki problemi koji su vezani uz proizvodnju i upotrebu i sredstva koja se na njih odnose. Osim toga treba razlikovati govorimo li o izvoru energije ili o oblicima energije (npr. elektricitet, odnosno izvor energije — nafta). Za nas su ovdje dakako značajniji izvori energije, jer problem suvremenog svijeta leži u pitanju: kako što jeftinije proizvoditi, a pri tome koristiti ekološki prihvatljive izvore energije. Dobro nam je poznato da se pronalaskom nuklearne energije smatralo da je pronađen izvor koji je čist, jeftin i siguran. Međutim, ni jedna od tih pretpostavki nije ostvarena. Naftni šokovi 70-ih godina potakli su čovječanstvo da se ozbiljnije pozabavi stvarnošću, da su fosilni izvori energije neobnovljivi i da treba pronaći nove izvore koji će biti ekološki prihvatljivi (Barnet u *Mršavim godinama* govori o tome kako odjednom na ustima sviju bijaše riječ *oskudica*. Za sve njih, navikle na blagostanje, to je bio svojevrsan šok i nije se moglo vjerovati da je došao kraj toj eri.) S obzirom na to da su vojna istraživanja na polju nuklearne energije poodmakla i davala zadovoljavajuće rezultate, smatralo se da takvo nešto treba primijeniti i u civilnoj proizvodnji. Iako nuklearna energija pripada obnovljivim izvorima energije, ona nikako nije ekološki prihvatljiva. Polazna osnova je tzv. energetski dohodovni princip (kako ga naziva Vladimir Paar): da bi se dobila energija iz nekog izvora, treba uložiti određenu količinu energije; dobivena energija mora biti veća od utrošene. Što je dobivena energija veća od utrošene, energetski dohodak je veći. Svaki energetski izvor trebao bi se vrednovati kroz to načelo i to je ujedno polazište onog što se danas naziva *green accounting*<sup>9</sup>, a to nas

9 "Preservation of the environment and economic growth may appear to be at odds because national accounting systems do not properly account for natural assets. Including environmental information in our accounting system, however, reveals the productive and economic value of natural assets and provides the basis for more judicious policy decisions. This is what is sometimes known as "green" accounting.", Carrie Meyer, *Balancing*



vodi ka ekološkoj racionalnosti – svakom onom djelovanju koje je u skladu s prirodom. Evidentno je da naš planet nije bunar bez dna, stoga je neophodno voditi računa o izvorima energije. Sve veće su potrebe za energijom da bi se osigurao nesmetani ekonomski razvoj. Sedamdesete su u svakodnevnicu donijele i energetske krize izazvanu naftnim šokovima, a za izlaz iz postnaftne ere kao alternativa nudili su se obnovljivi izvori energije, jedan od njih je bila nuklearna energija. Pristaše smatraju da se na taj način može riješiti ekološka kriza, a ponajprije problem klimatskih promjena, tj. učinka staklenika koji uzrokuje korištenje fosilnih goriva. Države širom svijeta razmatraju mogućnosti izvršenja obveza smanjivanja ispuštanja ugljičnog dioksida, koje su preuzete na Konferenciji o klimatskim promjenama održanoj u Kyotu. Švicarska smatra da to neće biti u mogućnosti poštivati bez nuklearne energije (8% od one koja je zabilježena 1990. godine do 2012.). Direktor najvećeg švicarskog proizvođača električne energije (NOK) Kurt Kuffer izjavio je da se svakim teravatom električne energije proizvedenim nuklearnom energijom umjesto ugljenom izbjegne ispuštanje otprilike milijun tona ugljičnog dioksida. Primjena nuklearne energije spriječit će proizvodnju oko 20 milijuna tona ugljičnog dioksida, što odgovara količini koju godišnje proizvedu četiri milijuna automobila. Isto tako, smatra da obnovljivi izvori energije i štednja energije neće moći nadoknaditi nuklearnu energiju, čak ni dugoročno. Nadomještanje uvozom električne energije značilo bi uvoz iz elektrana koje većinom troše fosilna goriva (koja ispuštaju plinove koji uzrokuju globalno zagrijavanje).

U energetske strategije SAD-a za 1998. utvrđeno je pet strateških ciljeva:

1. poboljšanje uspješnosti energetske sustava;
2. osiguravanje veće sigurnosti u opskrbi energijom;
3. promicanje proizvodnje i upotrebe energije na način koji štiti zdravlje i okoliš;
4. proširenje izbora izvora energije;
5. suradnja na međunarodnoj razini.

Korištenje nuklearne energije nije ravnomjerno rasprostranjeno, tako Francuska ima udjel od gotovo 70% nuklearne energije u proizvedenoj energiji, dok u SAD– 89% ukupne energije dolazi od fosilnih goriva (42% nafta, 24% ugljen, 23% zemni plin), nuklearna energija čini 7%, obnovljivi izvori energije (voda, sunce, geotermalna energija, vjetar) čine 4 posto. Sigurno je da se, s obzirom na zbivanja koja nam se događaju posljednja dva desetljeća, čovječanstvo kreće prema novom energetske prijelazu,

hoće li to biti revolucija (korištenje novih i potpuno različitih načina stvaranja i korištenja energije) ili evolucija (korištenje zagađujućih goriva ali na nove, čišće i učinkovitije načine), vrijeme će biti najbolji pokazatelj.

*Nuklearna tehnologija* → Tehnologija je "ukupnost znanja, postupaka i sredstava koji se koriste u nekoj djelatnosti, čija je svrha da utječe na objekte bilo koje vrste, sa ciljem da se promjeni ili održi postojeće karakteristike objekta."<sup>10</sup> Tehnologija se može podijeliti na različite načine, međutim, za nas je u ovom trenutku značajna podjela na *hard* i *soft* tehnologije koju koristi Robin Clarke, te intermedijarne<sup>11</sup> – koje je u upotrebu uveo Schumacher. Dobro nam je poznato da u suvremenim uvjetima prevladava tendencija da prevladavaju tzv. čiste tehnologije nad tzv. prljavim tehnologijama. Mnogi i dalje u čiste tehnologije svrstavaju nuklearnu tehnologiju, i to ponajprije zbog toga što se koristi obnovljivim izvorom energije, što ne znači da je zbog toga treba uvrštavati u ekološki prihvatljive tehnologije. Dosadašnja razmišljanja o alternativnim tehnologijama pojavila su se na Zapadu; tako Dickson razlikuje tzv. utopijske tehnologije, koje su vezane za visokorazvijene zemlje, od intermedijarnih, koje se odnose na zemlje u razvoju. Utopijske tehnologije javljaju se kao reakcija na negativne posljedice što ih je donio tehnološki razvoj poremetivši ravnotežu između čovjeka i okoliša. Suvremene "teške tehnologije" su ekološki nezdrave, s velikim energetske *inputom*, visokom stopom zagađivanja, nepovratnom upotrebom materijala i sirovina; funkcionalnost tehnologije je vremenski ograničena; masovna proizvodnja s visokom specijalizacijom, kapital-intenzivna, pogodna za zloupotrebu, visoko destruktivna; tehnološke inovacije određuje profit; ekonomija je usmjerena na rast; tehnološke nesreće česte i ozbiljne, poljoprivredna proizvodnja monokulturna, proizvodnja hrane specijalizirana; a za tehničke i socijalne probleme postoji samo jedno rješenje. Nasuprot njima, "meke tehnologije" su ekološki zdrave, malih energetske *inputa*, bez ili s malo zagađivanja; služe se materijom i energijom koju mogu obnoviti; funkcionalne; obrtničkog tipa proizvodnje, s malom specijalizacijom; radno intenzivne; zaštićene od zloupotrebe; ovisne o dobrobiti ostalih vrsta; inovacije su regulirane potrebama; ekonomija stabilna; način djelovanja razumljiv svakome; tehnološke nezgode rijetke i nevažne; poljoprivredna proizvodnja raznolika, svi sudjeluju u proizvodnji hrane; postoje različita rješenja za tehničke i društvene probleme. U uvjetima *soft* tehnologije vrednuje se kriterij kvalitete.

10 Inge Perko-Šeparović, *Tehnologija–moć–samoupravljanje*, Znanstvena monografija, Zagreb–radna organizacija za grafičku djelatnost, Zagreb, 1983., str. 9.

11 Karakterizira ih sklad s ekološkim zakonima, obzirne su u korištenju rijetkih resursa i zamišljene tako da služe čovjeku, umjesto da od njega čini slugu stroju.

Kod nuklearne tehnologije nisu prisutni parametri koji karakteriziraju soft (čiste, meke) tehnologije. Realizacija atomske bombe nam je kao nusproizvod dala nuklearnu tehnologiju. Osnovno je pravilo da svaku tehnologiju prati i odgovarajući sustav zaštite, što kod nuklearne tehnologije od početka nije bio slučaj. Opće je poznato da su mjere zaštite prilikom izvođenja prvih nuklearnih pokusa i eksplozija bile gotovo nikakve, ako izostavimo zaštitne naočale, kojima su nazočni promatrali "veličanstven povijesni događaj". Činilo se da će nuklearna tehnologija riješiti probleme i omogućiti ponašanje iz doba blagostanja. Međutim, donijela je jednu od najvećih pošasti suvremenog doba, ono što je u srednjem vijeku bila kuga, danas je nuklearna energija i tehnologija. Problemi koje je ova tehnologija prouzročila višestruki su: ponajprije, oslobađanje radioaktivnog otpada u okoliš, taj rizik nije povezan samo s lokacijama nuklearnih elektrana, nego traje od trenutka vađenja urana iz rudnika, preko proizvodnje uranskog goriva, njegove upotrebe u reaktoru, sam reaktor, proizvodnje radioaktivnog otpada, skladištenja, do isteka vremenskog roka trajanja nuklearnog reaktora koji i sam postaje radioaktivan i time predstavlja značajan ekološki problem. Veliku pažnju uzima i moguće rastapanje reaktora uzrokovano zastojem sustava hlađenja, čija je zadaća održavanje idealne temperature u reaktoru. Ako to ne funkcionira, dolazi do stalnog rasta temperature i sigurnost reaktora je ugrožena. Mali je korak od tog trenutka do nuklearne havarije.

*Nuklearne havarije* → Černobil je najčešće spominjana nuklearna katastrofa u povijesti čovječanstva, iako ih je bilo i u nuklearnim elektranama i drugim nuklearnim postrojenjima i na Zapadu. Međutim, one nisu bile takvog intenziteta kao Černobil (razina 7), koji je potaknuo žustre rasprave o nuklearnoj energiji i tehnologiji, jer je i ta tragedija izazvana problemima u rashladnom sustavu. Bojan Tomić u Predgovoru knjizi *Najgora nesreća na svijetu, Černobil: kraj nuklearnog sna* ističe da je nesreća bila uzrokovana povećanjem snage, koja je prema sovjetskim izvještajima porasla stotinu puta, veće od nominalne snage reaktora za 4 sekunde, odnosno reaktor je postao promptno kritičan neposredno prije uništenja. Uzroke je svrstao u dvije grupe: konstrukcija reaktora odnosno elektrane i ljudske greške. Nadalje smatra da je do nesreće došlo iz sljedećih razloga: RBMK reaktori, kao onaj u Černobilu, razvijeni su iz prvih vojnih reaktora čija je svrha bila proizvodnja plutonija. Unatoč značajnom usavršavanju i prilagodbi proizvodnji električne energije, ostale su neke karakteristike koje su ga činile složenim za upravljanje i osjetljivim na pogreške operatera. Zaštitni sustavi RBMK konstruirani su prije mnogo godina i više je pažnje polagano na adekvatne akcije operatera nego na akcije automatskih sigurnosnih sustava. Elektrana u Černobilu nije imala ni kontejnment, kao mnoge elektrane u zapadnim

zemljama, što je pridonijelo razmjeru katastrofe. Nadalje, smatra da su greške operatera bile značajne. Identificira tri ključna momenta: blokiranje automatske obustave reaktora, rad na nedopušteno niskoj snazi i odluka za nastavak testa. Pri upravljanju reaktorom kakav je bio u Černobilu, potrebno je striktno pridržavanje uputa i procedura, što nije bio slučaj u vrijeme koje je prethodilo havariji. Posljedica havarije bilo je odustajanje od realizacije započetih i planiranih nuklearnih elektrana. B. Tomić se ne slaže da je bolja upotreba alternativnih izvora energije i tehnologija, s obzirom na to da i one imaju negativne učinke na okoliš. Da ne zaboravlja važnu činjenicu, da su sredstva utrošena u nuklearna istraživanja usmjerena u istraživanja alternativnih načina dobivanja energije (sunca, vjetra, geotermalne energije, plime i oseke, vode, bioenergije itd.) i tehnologija, sigurna sam da bi svi njegovi prigovori bili u potpunosti odbačeni (kako Nizozemska i Danska stoljećima koriste energiju vjetra za dobivanje električne energije koja je ekološki prihvatljiva i ekonomski isplativa, ili Francuzi, unatoč visokom udjelu nuklearne energije u potrošnji električne energije, koriste i električnu energiju dobivenu u elektranama na bazi plime i oseke itd.). Ne može se sve gledati isključivo kroz cijenu koštanja, jer je to kratkoročno gledanje.

Kad već govorimo o troškovima i isplativosti pojedinih izvora energije i tehnologije i njihovim posljedicama za okoliš, napomenula bih jedan od podataka koji ide u korist alternativnim izvorima energije i tehnologijama. Prilikom posjeta Ukrajini američki potpredsjednik Al Gore posjetio je i Černobil i tada je rečeno da će za popravak betonskog sarkofaga kojim je pokriven reaktor (kao jedan od najčešćih načina saniranja reaktora koji su doživjeli havariju), a koji propušta, biti potrebno više od 700 milijuna dolara. Daljnji razlog koji govori u korist alternativnih izvora, a protiv nuklearne opcije jest problem odlaganja i skladištenja radioaktivnog otpada, jer se radi o opasnom visoko radioaktivnom otpadu. Problem je još ozbiljniji ako se uzme u obzir da otpad ostaje radioaktivan više od 100.000 godina. Većina manje radioaktivnog materijala obično nestaje nakon nekoliko stotina godina. Stručnjaci smatraju da je problem odlaganja radioaktivnog otpada moguće riješiti odlaganjem u rudnicima soli, međutim, mjereći skalom ljudskog života, to je izuzetno dugo razdoblje (500 — 100.000 godina). Siguran način trajnog odlaganja radioaktivnog otpada još nije pronađen. Načelno, nuklearne elektrane slične su termoelektrani, razlikuju se u izvoru toplinske energije. To su masivna postrojenja s debelim čeličnim i betonskim stijenkama i zidovima koji bi trebali upijati zračenje i spriječiti prodor radioaktivne materije u okoliš. Najgora mora nuklearne tehnologije je tzv. kineski sindrom<sup>12</sup>

<sup>12</sup> Naziv za potpuno taljenje radioaktivne unutrašnjosti koja bi tonula u zemlju, simbolično rečeno, u smjeru Kine.

i, ma što se dogodilo, hlađenje reaktora ne smije prestati. Osim direktnih izvora opasnosti, tu su i indirektni kao npr. zbog ispuštanja otpadnih voda sustava za hlađenje, u rijekama dolazi do povećanja temperature vode što dovodi do promjene njihove flore i faune. To su samo neki razlozi protiv nuklearne opcije u korist alternativne.

U skladu s tim, kada govorimo o nuklearnoj energiji i tehnologiji, ne može se odvojiti sigurnosni aspekt od ekonomskog.

## 5. ZAKLJUČAK

Nuklearna nesreća na sjeveru Japana (koja je prouzročila 15.000 puta veće zračenje od dopuštenog u tvorničkom krugu) ponovo je potaknula preispitivanje nuklearne opcije. Bez energije nije moguće zamisliti suvremen život, a nuklearna energija i tehnologija prisutne su u svakodnevnom životu. U najrazličitijim djelatnostima (medicina, energetika, itd.), ne smije predstavljati zapreku proširivanju, a ponajprije širenju istraživanja u domeni tradicionalnih izvora energije i usavršavanju tehnologija koje se zasnivaju na njima kako bi se dostigao što viši stupanj energetske dohodovnog principa (automobili i kamioni na električni pogon na kojima rade najveći proizvođači automobilske industrije; tehnologija za elektrane na ugljen—smanjenje zagađenja do 90% koju proizvodi ABB; proizvodnja parnih i plinskih turbina, turbine na pogon vjetra; ćelije goriva koje kemijski pretvaraju vodik ili nosač vodika u električnu energiju). Unatoč naporima da se razviju nove tehnologije koje će nuklearnu opciju učiniti prihvatljivijom i sigurnijom (npr. japanski brzi reaktor Joyo i Monjo ili švedski "inherentno sigurni" PIUS reaktor), nisu pouzdani dokazi da se u većini opredijelimo za nuklearnu opciju. Isto tako, nije neophodno posjedovati masivna postrojenja za proizvodnju energije — ona bi trebala biti individualna, od zemlje do zemlje.

Možda će posljednja nuklearna nesreća na sjeveru Japana (Tokaimura) još jednom ukazati na opasnosti koje donose nesreće ovog tipa; radilo se o 15.000 puta većoj radijaciji od dopuštene u krugu elektrane kojoj je bilo izloženo najmanje 55 ljudi, od toga 45 radnika elektrane.

Poznato je da su se dvije najveće nuklearne nesreće dogodile u Černobilu i na američkom Otoku tri milje, a nakon ove posljednje, mnogi nuklearni stručnjaci upozoravaju da je incident u Tokaimuri razlog za ozbiljno preispitivanje japanske (više od 1/3 potrebne struje proizvodi se u 51 nuklearnom reaktoru), ali i svjetske nuklearne politike.

*Literatura**Knjige*

Grizold, Anton, *Međunarodna sigurnost, Teorijsko-institucionalni okvir*, FPZ, Zagreb, 1998.

Hawkes, Nigel i dr., *Najgora nesreća na svijetu, Černobil: kraj nuklearnog sna*, Globus, Zagreb, 1987.

*Naoružanje i razoružanje u nuklearnom dobu: priručnik*, SIPRI, urednik prof. dr. sc. Radovan Vukadinović, Globus, Zagreb, 1978.

Perko-Šeparović, Inge, *Tehnologija-Moć-Samoupravljanje*, Znanstvena monografija, Zagreb-radna organizacija za grafičku djelatnost, Zagreb, 1983.

Vukadinović, Radovan, *Međunarodni politički odnosi*, Barbat, Zagreb, 1998.

*Diplomski rad*

Antolković, Tatjana, *Nacionalna sigurnost*, FPZ, Zagreb, 1. 2. 1999.

Lacković, Gordana, *Zaštita u funkciji gospodarenja*, FPN, Zagreb, prosinac 1991.

*Seminarski rad*

Lacković, Gordana, *Okoliš i nuklearna sigurnost*, FPZ, Zagreb, rujan 1998.

Lacković, Gordana, *Promišljanja R. Bahroa, R. J. Barneta i R. Supeka o ekologiji i zaštiti okoliša*, FPZ, Zagreb, prosinac 1997.

---

Gordana Lacković

---

## Nuclear Security

---

### *Summary*

*It would be irresponsible to speak of modern society and disregard the nuclear issue. Nuclear energy, technology and nuclear security have two-fold character: military, whose beginnings are connected with the Manhattan project, and civil, primarily concentrating on the production of cheap energy and its environmental impact. On one hand, the military character resulted in arms race, which evolved from quantity to quality race. It has become a technological race. The highlight was the SDI, which was partially aimed at forcing former USSR into a "technological game", in which the winner was known in advance, and consequently, destroy the rival on the "global stage". On the other hand, the 1970s saw two oil crises and the global warning that the era of welfare had come to its end. Nuclear option emerged as one of alternative solutions. It was believed that the solution lies with it, that it would secure cheap, available and safe energy and technology. The events that ensued denied all expectations. Nuclear catastrophes became frequent facts. The expectations never realised – ecologically acceptable energy and technology. Instead, we are facing a "two-faced nightmare": on one hand, the problem of depositing and storing radioactive waste and on the other, the so-called "Chinese syndrome", a complete melting of radioactive core. There is no solution to either of these problems.*

**Prilog 1.:***Najveće nuklearne nesreće prema ljestvici INES*

Nesreća	Datum nesreće	Razina radijacije	Opis nesreće
Chalk River Kanada	1952.	—	prouzročena ljudskom greškom
Čeljabinsk Rusija	1957.	razina 6	u pogonu za reprocesuiranje nuklearnog otpada
Windscale/Sellfield Velika Britanija	1957.	razina 5	oštećenje reaktora u pogonu za preradu nuklearnog goriva
NE "Otok tri milje" SAD	1979.	razina 5	—
Windscale Velika Britanija	1973.	razina 4	radioaktivnost zahvatila samo pogonski krug
NE Saint-Laurent Francuska	1980.	razina 4	nije bilo ispuštanja radioaktivnosti u okoliš
Buenos Aires Brazil	983.	—	ispuštanje u pokusnom reaktoru RA-2 u Buenos Airesu

(Izvor: Večernji list, listopad 1999.)

**Prilog 2.:**

*Nuklearne nesreće niže razine  
(najviše u Japanu, navodimo nekoliko posljednjih)*

- srpanj 1999. radijacija 11.500 puta veća od sigurnosnih granica, iscurila je iz nuklearnog reaktora u Tsurugi, 320 km zapadno od Tokija.
- travanj 1998., u japanskoj i najvećoj svjetskoj nuklearnoj elektrani pokvarila se crpka za hlađenje, 215 km sjeverozapadno od Tokija (nije došlo do ispuštanja radijacije u okoliš).
- studeni 1997., požar je zahvatio laboratorij, u kojem je bilo mnogo urana, sjeveroistočno od Tokija.
- srpanj 1997., iz drugog reaktora u najvećoj svjetskoj NE iscurila je radioaktivnost.
- ožujak 1997., požar zahvatio kompleks Tokaimura, niskoj razini radijacije bilo je izloženo 37 radnika.
- prosinac 1995., više od tone tekućeg natrija iscurilo iz drugog rashladnog sustava u reaktoru Tsuruga. Nitko nije ozlijeđen i nije bilo šireg zagađenja, iako su stvarni podaci bili skrivani. Vlada je na godinu dana zatvorila reaktor. (Izvor: Večernji list, listopad 1999.)