

---

## Nuklearna energija i energetska politika

---

INGE PERKO-ŠEPAROVIĆ\*

### *Sažetak*

Nuklearnu energiju kao jedan od mogućih putova izlaska iz energetske krize i prijelaz u postnaftno razdoblje, analizira se kroz njezin povijesni put. Od samog početka nuklearnu su aktivnost karakterizirale vojne svrhe i s njima povezana nepredvidivost i tajnovitost. Koalicija formirana za vrijeme Drugog svjetskog rata pronalazi legitimaciju za daljnji opstanak u programu "Atomi za mir". Od atomske bombe nastali su atomi za mir, komplementarno sredstvo kojim SAD putem nuklearne tehnologije želi osigurati dominaciju u globalnim okvirima. Program nije realiziran u planiranim razmjerima, bez obzira na vanjske okolnosti koje su tome trebale pridonijeti.

### *Uvod*

Energija je bez sumnje bitna komponenta ljudske egzistencije i ljudskog razvoja. Ona je pretpostavka ljudskog djelovanja, pa je i na taj način budućnost naše egzistencije najtješnje povezana s energetsom budućnošću svijeta. Energija je najosnovnija vrsta resursa. Čovječanstvo dobiva energiju iz najrazličitijih izvora, no kvalitativna promjena izvora javlja se s industrijskom revolucijom, kad se kao nadopuna snazi mišića, koja je rezultat pretvorbe hrane, javljaju izvori energije. Tada nastaje i uvjerenje da je stalan rast potrošnje vanjskih izvora energije pretpostavka i najbolji pokazatelj ekonomskog rasta i razvoja.

Sve do kraja šezdesetih godina u većini prognoza za poslijeratno razdoblje prevladava želja za beskonačnim ekonomskim rastom i tehnološki optimizam koji to omogućava. Početak sedamdesetih godina obilježen je prekretnicom u kojoj se sve češće ukazuje na to kako postoje nesavladive prepreke na putu daljnje ekonomske ekspanzije, kako naša planeta očito nije bunar bez dna, posebno kad su u pitanju izvori energije. Problem se osobito zaoštrava pojavom energetske krize, koja se manifestirala u vidu prvog naftnog šoka izazvanog osmerostrukim porastom cijene nafte prema cijeni krajem 60-ih godina. Bio je to definitivni kraj sigurne i jeftine nafte.

Energetska kriza izaziva i zaoštrava istodobno i političke krize, kako unutar pojedine zemlje tako i između više zemalja, bilo da one pripadaju

\* *Inge Perko-Šeparović*, redovni profesor Fakulteta političkih znanosti u Zagrebu na predmetu Znanost o upravljanju.

krugu razvijenih ili nerazvijenih. U traženju rješenja za izlaz iz krize dolaze i dolaziti će do izražaja različiti interesi, ciljevi i vrijednosti. Za izlaz iz krize i ulaz u postnaftno razdoblje, kao alternative nafti nude se obnovljivi energetske izvori i nuklearna energija.

Zastupnici nuklearne energije navode nuklearnu energiju kao nužnost za izlazak iz energetske krize, kad su potrebne sve veće količine energije da bi se osigurao neometan ekonomski razvoj. To je posebno značajno za nas, kao zemlju u razvoju. Osim toga, u posljednje vrijeme zastupnici nuklearne energije nju smatraju i izlazom iz ekološke krize koja prijete od klimatskih promjena (“efekta staklenika”) do kojih dolazi prije svega korištenjem fosilnih goriva. Upravo to opravdava nastojanje da se nuklearnom energijom posebno pozabavimo. Pri tome je posebno važno upoznati povijest toga energetske izvora i energetske sustava, s implikacijama koje bi on imao na društveni i politički život pojedine države i globalne zajednice, kako bismo mogli donijeti pravu odluku o energetskej budućnosti.

### *Početak nuklearne energije*

Nuklearna fisija kao čisto fizički fenomen, izuzetno je velik intelektualni izazov. Kad bi se radilo o tome, ona bi mogla biti prepuštena isključivo ekspertima. Na žalost, nuklearna fisija podrazumijeva mnogo više negoli “teško razumljive matematičke argumente i dostojanstveno cjepidlačenje. Gotovo od momenta kad je prvi put spoznata - 1938. - nuklearna fisija je podrazumijevala članke u znanstvenim časopisima, ali i najznačajnije odluke javne politike.”<sup>1</sup>

Od samog početka politički, ekonomski i socijalni kontekst nuklearne fisije bio je bitan faktor njezina razvoja. Zauzvrat, razvoj nuklearne energije imao je izvanredno velik utjecaj na društveni, ekonomski i politički život zajednice. Da bi se s jasnoćom mogla predviđati nuklearna budućnost, neophodna je povijesna perspektiva. Nije dovoljno znati kako se javila nuklearna fisija, nego i tko je doveo do toga da se ona pojavi, pod kojim okolnostima i zbog kojih ciljeva. *Od samog početka nuklearnu su aktivnost karakterizirale vojne svrhe i s njima povezana nepredvidivost i tajnovitost.*

Eksperiment kojim je potvrđena teorija o nuklearnoj reakciji prvi je proveo lord Rutherford još davne 1911. godine. Nakon toga proizvedeno je i proučavano stotine nuklearnih reakcija, ali se tek 1939. počelo ozbiljno razmatrati mogućnosti fisije kao izvora energije. Američki znanstvenici izrazili su predsjedniku SAD svoju zabrinutost da bi Njemačka uskoro mogla proizvesti sistem s lančanom reakcijom. U listopadu 1939. formiran

<sup>1</sup>Patterson, Walter C., *Nuclear Power*, Penguin Books, Harmondsworth, 1983., str. 103.

je Uranski odbor koji je raspravljao s nekim znanstvenicima, no iz toga nije slijedila neposredna akcija. U proljeće 1940. svota od skromnih 6000 dolara bila je na raspolaganju za rad na uranu - grafit projektu. Nekoliko mjeseci nakon reorganizacije Uranskog odbora Kolumbijsko sveučilište dobilo je ugovor na 40 tisuća dolara za rad na razvoju Fermi-Stilardovog projekta. U to su vrijeme dvojica znanstvenika iz SAD, Robert Frisch i Rudolf Peierls, koji su radili u Velikoj Britaniji, savjetovali britansku vladu o mogućnosti proizvodnje uran 235 bombe, korištenjem materijala kojim je raspolagala industrija.

U siječnju 1942. vođenje projekta je s Kolumbijskog sveučilišta prebačeno na Chicago sveučilište. Izvještaji o cjelokupnom razvoju njemačkog projekta, britanski istraživački program i mnogi istaknuti britanski znanstvenici stavljeni su na raspolaganje Americi. U lipnju 1942. vrhovnu kontrolu nad atomskim istraživanjem dobio je Odbor vojne policije, a nekoliko mjeseci kasnije general Leslie Groves zadužen je za cijeli projekt, koji postaje poznat kao *Manhattan District Project*. "Od tog trenutka nadalje sve osobe uključene u projekt, uključujući i najpoznatije znanstvenike, postale su zarobljenici poduhvata, obavezne da se podvrgnu vojnoj kontroli i najstrožim odredbama o sigurnosti. Iako su na početku mnogi znanstvenici argumentirali protiv objavljivanja njihovih nalaza, oni su teško mogli zamisliti koprenu tajnovitosti koja se spustila na gotovo svako najmanje područje istraživanja. Možda ne više od 12 do ukupno 150 tisuća ljudi koji su na kraju bili angažirani na Manhattan projektu, je imalo jasnu koncepciju o svrsi i opsegu projekta". Od svog začetka projekt je karakterizirala tajnost, nedostatak javnog polaganja računa i prešutni savez između znanosti i vojnog establišmenta, što će sve postati istaknuta obilježja poslijeratnog vojnog i nuklearnog planiranja.<sup>2</sup> Za vrijeme rata stvoreni nuklearni establišment, tj. koalicija između znanstvenika, vodećih privrednih poduzeća, vrhova vojske i politike u SAD na realizaciji Manhattan projekta, pokazao se kao najekspeditivniji i najefikasniji put razvoja, projektiranja i proizvodnje atomske bombe. Ova koalicija, nastala ugovorima o suradnji na Manhattan projektu između vladinih organa, s jedne strane, i vodećih sveučilišta i korporacija, poput Union Carbide iz Oak Ridgea, Stone i Webster iz Chicaga, DuPont iz Hanforda, University of California - Los Alamos, General Electric i Westinghouse, s druge strane, nije željela vidjeti kraj programu na kojem se tako uspješno radilo, kao ni kraj ugovorima koji su donosili velika sredstva - ni kad je rat završio. Tako se u laboratorijima Los Alamosa, gdje su sastavljene prve atomske bombe, stvorio novi "pritisak". Prema Jamesu Kunetki, nastao je problem viška radnih mjesta, radnog kontinuiteta, slobodnog vremena. Nestala je atmosfera urgentnosti, ljude se poticalo da uzmu produžene odmore. Govorilo se da će Los Alamos preživjeti na ovaj ili onaj način, ali "Najveći dio duha koga je unaprijedio rat i prijetnja nacističkom bombom nestao je.

<sup>2</sup>Camilleri, Joseph A., *The State and Nuclear Power*, University of Washington Press, Seattle, 1984., str. 2.

Nitko nije sumnjao da će vlada nastaviti podršku istraživanja bombe i da će to istraživanje biti kontrolirano od nove vladine agencije ili komisije.”<sup>3</sup>

Ova koalicija proizašla je iz institucionalnog interesa, tj. interesa onih koji vide izravnu korist u održavanju postojećih institucija: ugovora, organizacija, i po tome se ona ne razlikuje od bilo koje druge koalicije koja se stvara radi održanja institucionalnog statusa quo. Ono po čemu je ova koalicija bila presedan jest okolnost da je Manhattan projekt stvorio “izvanredno dalekosežni kompleks institucionaliziranih interesa - tehnološko carstvo do tada nikad dosegnutih proporcija”.<sup>4</sup>

Političko sredstvo koje je omogućilo da se nastavi rad započeti Manhattan projektom bio je Zakon o atomskoj energiji iz 1946. (Atomic Energy Act), bolje poznat kao McMahon Act (zakon). U zakonu je sadržana i deklaracija politike, iz koje je vidljivo da su donosioci sa sigurnošću mogli tvrditi kako su “istraživanje i eksperimenti u području reakcija došli do faze u kojoj je moguće oslobađanje atomske energije velikih razmjera. Značaj atomske bombe za vojne svrhe je očigledan. Utjecaj upotrebe atomske energije za civilne svrhe na društvene, ekonomske i političke strukture današnjice ne može se još odrediti. To je područje u koje su uključeni nepoznati faktori. Zbog toga će svako zakonodavstvo biti podložno reviziji s vremena na vrijeme. Razumno je očekivati da će korištenje novog izvora energije izazvati duboke promjene u našem današnjem životu. Zbog toga proglašava se politika stanovništva SAD (ljudi, narodi), podvrgnuta za sva vremena vrhovnom cilju osiguranja zajedničke obrane i sigurnosti, prema kojoj će razvoj i korištenje atomske energije, u mjeri u kojoj je to moguće, biti usmjeren na unapređenje javne dobrobiti, podizanja standarda života, pojačavanja slobodne konkurencije u privatnim poduzećima i unapređenja svjetskog mira”.<sup>5</sup> Iz deklaracije je vidljivo kako je politika inaugurirana Zakonom o atomskoj energiji bila nedorečena i ambivalentna, kad je u pitanju civilna upotreba atomske energije: ako se, naime, nisu mogle sagledati posljedice njene upotrebe na ekonomske, društvene i političke strukture, kao i nepoznate faktore koji su tu uključeni, kako se moglo govoriti o njezinom usmjeravanju prema općoj dobrobiti? Što se tiče vojnih svrha, sve je bilo jasno, kao što je bilo jasno izrečeno da vojni ciljevi imaju prioritet nad civilnima.

Za provođenje ove politike bila je osnovana Komisija za atomsku energiju, koja se sastojala od 5 članova. Njihovo imenovanje, kao i imenovanje predsjednika Komisije, bilo je u nadležnosti predsjednika SAD, s tim da je kod imenovanja bilo potrebno prethodno konzultiranje i naknadna su-

<sup>3</sup>Kunetka, James, “City of Fire”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1978., citirano prema Grossman, Karl, *Cover Up*, The Permanent Press, 1982., str. 154.

<sup>4</sup>Grossman, K., op.cit., str. 144.

<sup>5</sup>Atomic Energy Act - Public Law 585 - 79 the Congress Declaration of Policy - Section 1. Citirano prema Grossman, K., op.cit., str. 147.

glasnost Senata. Kod imenovanja trebalo je voditi računa o ranijem iskustvu i kvalifikacijama kandidata. Imenovanje se vršilo za vrijeme od dvije godine.

Nadležnost Komisije bila je osigurati kontinuirano provođenje istraživanja i razvoja djelatnosti u području nuklearnih procesa, teorije i proizvodnje atomske energije, uključujući procese, materijale i sredstva koja se tiču te proizvodnje; korištenje fisionih i radioaktivnih materijala za medicinske, biološke, zdravstvene i vojne svrhe; korištenje fisionih i radioaktivnih materijala i procesa neodvojivih u proizvodnji tih materijala za sve ostale svrhe, uključujući industrijske; zaštita zdravlja prilikom istraživačkih i proizvodnih aktivnosti. Ova djelatnost mogla se povjeriti privatnim i javnim institucijama i pojedincima. Zadatak Komisije bio je i da pomaže u stjecanju stalno rastućeg fonda teoretskog i praktičnog znanja na ovom području. Zbog toga je Komisija bila ovlaštena ulaziti u aranžmane (ugovore, sporazume i zajmove) s nositeljima istraživačke i razvojne djelatnosti na području atomske energije.

Zakon je zabranjivao bilo kojem pojedincu da posjeduje bilo kakvo sredstvo za proizvodnju fisionih materijala, kao i da te materijale proizvodi. Komisija je kao agent i u korist SAD bila jedini vlasnik svih sredstava za proizvodnju fisionih materijala, osim onih koja su se na osnovi ugovora o istraživačkoj i razvojnoj djelatnosti mogla povjeriti pojedincima i institucijama. Drugi izuzetak bila su postrojenja u kojima se, prema ocjeni Komisije, unutar razumnog vremenskog razdoblja, s obzirom na neznatne količine, nije mogla proizvesti atomska bomba, ni bilo koje drugo atomsko oružje. Komisija je bila ovlaštena i usmjerena proizvoditi ili osigurati proizvodnju fisionih materijala u vlastitim postrojenjima. Isto tako, ona je mogla zaključivati i produživati ugovore s pojedincima, koji su bili obavezni proizvoditi fisione materijale sa sredstvima koje je posjedovala Komisija.<sup>6</sup> Na taj se način Komisija za atomsku energiju našla u dvostrukoj ulozi: pokretača nuklearnih istraživanja i razvoja, s jedne strane, i istodobnog regulatora te djelatnosti, s druge strane. Jedina legalna kontrola nad Komisijom za atomsku energiju bila je u rukama zajedničkog Kongresnog odbora za nuklearnu energiju. Za razliku od ostalih odbora, ovaj je zajednički odbor Kongresa mogao biti pokrovitelj (sponzor) legislative. Tako je vrlo brzo postao partner Komisije za atomsku energiju u nuklearnoj promociji.

SAD su, naime, nakon Rooseveltove smrti, po završetku Drugog svjetskog rata i početkom sukoba sa Sovjetskim Savezom pokazivale sve manje entuzijazma, s obzirom na Churchill-Rooseveltove sporazume. U travnju 1946., nakon nekoliko mjeseci namjernog odugovlačenja, Truman je konačno odbio britanski zahtjev za tehničkom pomoći u razvoju nuklearnih postrojenja zbog njihova zamijećenog vojnog potencijala. Ove odluke zajedno s odredbama McMahon zakona, koji je ograničavao suradnju SAD s drugim

<sup>6</sup>Grossman, K., op.cit., str. 158-159.

zemljama i opsesivnom preokupacijom američke armije tajnovitošću nuklearnog projekta - postale su izvorom dubokog britanskog nezadovoljstva i glavni činitelj britanske odluke da stekne sposobnost samostalne proizvodnje nuklearnog oružja.

Užasna razorna moć prvih dviju bombi, bačenih u razmaku od tri dana, prikrla je ograničenja američkog nuklearnog programa. "Na kraju rata Amerika nije raspolagala nuklearnim arsenalom i nije mogla proizvesti više od jedne bombe mjesečno, a tajnovitost koja je okruživala Manhattan projekt bila je dijelom zamišljena da prikrije mršave rezultate."<sup>7</sup>

To može donekle objasniti nepopustljivu odluku vojske da do kraja zadrži ekskluzivnu kontrolu nad cijelim kompleksom nuklearnih postrojenja. Kraj četrdesetih i rane pedesete godine obilježene ubrzanom trkom u naružanju između SAD i Sovjetskog Saveza u atmosferi hladnog rata, obavještajne i protuobavještajne djelatnosti učinile su "nuklearnu šutnju i nuklearnu tajnovitost izvorom kolektivne paranoje".<sup>8</sup>

Partneri SAD u Manhattan projektu doživjeli su McMahon zakon kao akt izdaje. "Srdžba i mržnja tada izazvani još se vuku u gornjim ešalonima Britanske i Kanadske nuklearne zajednice."<sup>9</sup>

Istodobno je Zakon o atomskoj energiji, tj. McMahon zakon iz 1946., omogućio novoosnovanoj Komisiji za atomsku energiju (Atomic Energy Commission - AEC) da zatraži usluge obavještajnih agencija, uključujući CIA-e i FBI-a, i da provodi iscrpljujuće stavljanje veta na službenike, prividno iz razloga nacionalne sigurnosti. Uz tajnovitost, ovaj je zakon istodobno inaugurirao politiku izolacije SAD čak i prema njezinim najbližim ratnim saveznicima - Velikoj Britaniji i Kanadi. Izvorno, anglosaksonske su se sile dogovorile u kolovozu 1943. da će spriječiti širenje nuklearne tehnologije, blokirajući pristup elementima neophodnim za nuklearni razvoj: uranu i tehničkom znanju. Ovaj je sporazum bio potvrđen u rujnu 1944. i dok se čekalo da se usvoji potpuno efikasan sustav međunarodne kontrole, on je izazivao efekte suprotne od onih koje se željelo. Ostavi li se po strani negodovanje što ga je takva politika izazvala kod zemalja koje su bile oštećene takvim sporazumom, u njoj se iskazivala stalna britansko-američka suradnja.

Već 1945., kad su SAD službeno objavile Hirošima bombu, u Britaniji se smatralo da si SAD pripisuje prevelike zasluge (ako je o zaslugama riječ, primjedba I.P.Š.), pa je britanski premijer 6. kolovoza 1945. dao odlučnu izjavu kojom se ukazuje na ključnu ulogu što su je imali britanski i kandski suradnici na Manhattan projektu.

<sup>7</sup>Camilleri, Joseph A., op.cit., str. 3.

<sup>8</sup>Patterson, Walter, C., op.cit., str. 111.

<sup>9</sup>Ibidem.

Za razliku od britanske, kanadska je reakcija bila kako Kanada niti hoće, niti može stvoriti vlastito nuklearno oružje.

Odluku da samostalno djeluje u području istraživanja i proizvodnje nuklearnog naoružanja SAD su platile smanjenom efikasnošću: dvije godine po završetku Drugog svjetskog rata SAD su mogle proizvesti manje od jedne atomske bombe svaka dva mjeseca. U travnju 1947. za vrijeme jezgrovitog informiranja Truman je ovlastio Komisiju za atomsku energiju da poduzme ubrzano širenje svojih aktivnosti, koje je uključivalo povećanu proizvodnju postojećeg oružja i nacrtu za manju, efikasniju atomsku bombu.

U hladnoratovskoj atmosferi zahtjev za razvojem termonuklearne fuzijske bombe postaje glavna pokretačka sila djelovanja Zajedničkog odbora američkog Kongresa i dijela Komisije za atomsku energiju, koja uspijeva uvjeriti Trumana da u ožujku 1950. izda potrebne instrukcije, kako bi program istraživanja hidrogenske bombe iskoračio u fazu proizvodnje. "Te je godine predsjednik SAD podnio Kongresu zahtjev da se AEC odobri milijarda dolara dodatnih sredstava i planovi za proširenjem mogućnosti, koji su koštali pet milijardi dolara, što je uskoro podiglo godišnji budžet AEC na tri milijarde dolara, a razinu kapitalnih investicija na devet milijardi dolara."<sup>10</sup>

Vojno uključivanje u program atomske energije obuhvatilo je autput urana, proizvodnju fisiohijemskih materijala, izgradnju opreme za kemijske procese i laboratorije za nuklearnu energiju. "U periodu od 1945-60. dvije trećine troškova za atomska istraživanja i razvoj troškova izgradnje programa AEC reaktora bili su posvećeni vojnim svrhama."<sup>11</sup> Međutim, vojni interes nije se ograničio na nuklearne eksplozive. Jednako važan bio je i primijećeni nuklearni pogonski potencijal. Mornarica je bila posebno zainteresirana za razvoj metode pogona koja će dokinuti potrebu izronjavanja podmornica. Prvi reaktor s lakom vodom, odnosno reaktor s vodom pod pritiskom, testiran je 1953., a već iduće godine lansirana je prva podmornica na nuklearni pogon US Nautilus, i potom 1955. US Seawolf. Ovaj prototip reaktora upotrijebljen je i za nuklearnu elektranu Shippingport; bio je to prvi nuklearni reaktor upotrijebljen u komercijalne svrhe u SAD. Ostaje, međutim, činjenica da je njihov najveći dio korišten za vojne svrhe. Tako su već do konca 1961. godine 64 podmornice, odnosno broda, imali nuklearni pogon, a do 1970. na potrebe mornarice SAD otpadalo je tri četvrtine svih reaktora proizvedenih u toj zemlji.

Vojni motivi, odnosno razlozi, u razvoju nuklearnog programa ne mogu se ograničiti na SAD. Od donošenja McMahon akta u Britaniji nije bilo ozbiljnijih sumnji u to da Velika Britanija mora raditi na samostalnom nuklearnom programu. Javnost, pa čak i cijeli Parlament, nisu o tome znali gotovo ništa. Tek usputna aluzija ministra obrane u Donjem domu

<sup>10</sup>Camilleri, Joseph A., op.cit., str. 4.

<sup>11</sup>Ibidem.

12. svibnja 1948. kako “istraživanje i razvoj imaju i nadalje najviše prioritete na području obrane, te da se sve vrste oružja, uključujući atomsko, razvijaju”,<sup>12</sup> dala je naslutiti strašnu aktivnost što se odvijala na području nuklearnog programa. Organizacija kojoj je povjerena realizacija programa bio je Odjel za proizvodnju atomske energije pri Ministarstvu snabdijevanja, na kraju nazvano United Kingdom Atomic Energy Authority (UKAEA). Vojnim interesima može se objasniti da je za svega dvije i pol godine Odjel završio tvornicu za uran i proizvodnju goriva u Springfieldu. Tim gorivom napunjen je reaktor u Windscaleu. Ovaj reaktor gdje se proizvodio plutonij, s tim da je postojala posebna tvornica za odvajanje plutonija, doživio je nesreću u srpnju 1950. Tada još nije bila ni započeta tvornica za reprocesiranje goriva, ali je ona ipak završena do kraja veljače 1952. Iste godine, 3. listopada 1952., Britanci su izvršili eksploziju svoje prve nuklearne bombe u vodama Monte Bello otočja, sjeverozapadno od obala Australije.<sup>13</sup>

Premda se razmatrala i civilna upotreba nuklearne tehnologije, njoj je pripisan mnogo manji značaj, pa se ona razvijala linijom koju su diktirali vojni zahtjevi.

Namjera da se razvije vlastito atomsko oružje bila je možda manje vidljiva, ali je zauzimala središnje mjesto u francuskim nuklearnim planovima. Koristeći značajniju ekspertizu u atomskim istraživanjima, koja se razvila prije 1940., i povratak znanstvenika koji su sudjelovali u britanskim i kanadskim eksperimentima, francuska vlada nije gubila vrijeme, pa je već u listopadu 1945. osnovala Komesarijat za atomsku energiju (Commissariat à l’Energie Atomique - CEA). Vojne implikacije postale su posebno vidljive kad je 1955. CEA, zajedno s Ministarstvom narodne obrane, poduzeo izgradnju trećeg reaktora kod Marcoule, specijalno projektiranog kako bi omogućio Francuskoj proizvodnju atomskog oružja. Odluka da se ubrza francuski nuklearni program iz prosinca 1954. donesena je, iako je svim glavnim sudionicima bilo jasno da nema mogućnosti za postavljanje efikasne barijere između civilne i vojne primjene ove tehnologije. Još uvijek nije jasno utvrđeno leži li glavna odgovornost za proizvodnju nuklearnog oružja na premijeru Mendesu Franceu ili Guyu Molletu. U svakom slučaju, čini se da ni jedan premijer nije bio u to vrijeme potpuno svjestan veličine i značaja donesene odluke. Moguće je da premijer nije u potpunosti ni odobrio različite planove koji su izlazili iz Ministarstva narodne obrane ili CEA. Isto je tako jasno da ni jedan premijer nije raspolagao institucionalnim i tehničkim sredstvima kojima bi uspješno izazvao ekspertizu i preporuke francuskih atomskih i vojnih planera.<sup>14</sup>

<sup>12</sup>Ibidem, str. 5.

<sup>13</sup>Petterson, Walter C., op.cit., str. 111.

<sup>14</sup>Camilleri, Joseph A., op.cit., str. 7.



Osim SAD, Velike Britanije, Kanade i Francuske, bilo je i drugih zemalja koje su imale priključak na nuklearnu problematiku. Njemačka, Poljska, Mađarska i druge istočnoeuropske zemlje bile su izvor znanstvenika koji su pred opasnošću nacizma prešli u Britaniju i SAD. Sigurno je da to nisu učinili svi. I Sovjetski je Savez bio zainteresiran za nuklearnu problematiku znato prije početka Drugog svjetskog rata. Upravo je on od tih zemalja bio prvi koji se uputio u ozbiljniji program nuklearnog istraživanja i razvoja. Kao i sve druge zemlje, na ovu je problematiku gledao kao na državnu stvar koja se ne može prepustiti industriji ili akademiji.

Slijedi da je želja za razvojem nuklearnog, i kasnije termonuklearnog, oružja imala središnju ulogu u razvoju nuklearnih planova SAD, Velike Britanije i Francuske, kao što je to bio slučaj i kod Sovjetskog Saveza i Kine.

Samo je nekoliko malih europskih zemalja, nestrpljivo da kapitalizira na originalnim tehnologijama ili samostalnom pristupu uranu, odnosno teškoj vodi (konkretno, Norveška, Švedska, Belgija i Nizozemska), bilo sposobno inicirati skromne programe nuklearnih istraživanja i razvoja, koji nisu bili ni u kakvoj vezi s vojnim ciljevima. U slučaju SAD, Britanije i, u manjoj mjeri, Francuske, činjenica da su reaktori bili izvorno građeni za vojne svrhe, dovela je do toga da oni nisu mogli poslužiti kao pouzdana osnova za kasnije razvijanje reaktora koji su služili za proizvodnju električne energije. Za industrijsku upotrebu atomske energije bilo je potrebno ne samo da se dokaže njezina ekonomičnost već i da se utvrde razlike između vojne i civilne upotrebe atomske energije.

Demonstracija strašne razorne snage atomskog oružja nije dovela u pitanje osnovno uvjerenje zapadne civilizacije kako je materijalni progres neizbježan, čak ireverzibilan. Ako išta, vjera u progres bila je pojačavana kako bi se moglo ovladati, prilagoditi, pa čak i sakriti stvarnu nuklearnu opasnost. Djelujući pod pretpostavkom da se "sat može vratiti unatrag", političari, znanstvenici, birokrati i industrijalci postupno su razvili koncept koji je išao za tim da se zabrani ili barem ograniči štetna upotreba nuklearne tehnologije, s jedne strane, i ističe i potiče njezina pozitivnija primjena, s druge. U toj strategiji središnje mjesto pripadalo je međunarodnoj kontroli mirnodopske upotrebe atomske energije. Ovo nastojanje imalo je svoje implikacije i na unutarnjem planu u SAD, kroz kampanju da se vojna kontrola nad Manhattan projektom zamijeni civilnom. Ovu su kampanju predvodili znanstvenici kod kojih je rasla sumnja u namjere vojske. Kampanja, međutim, nije urodila plodom, pri čemu treba posebno istaknuti dva faktora: prvo, očekivanje da će nuklearna fisija izazvati spektakularni napredak industrije pokazalo se kao pretjerano i preuranjeno; drugo, uvjerenje da SAD raspolaže dovoljnim atomskim arsenalom pokazalo se neosnovanim. Na taj se način AEC našla u situaciji da kontrolira program koji je mnogo godina udaljen od makar i skromne upotrebe nuklearne energije u civilne svrhe i koji se umjesto toga morao koncentrirati na izgradnju vojnog arsenala. Prva termonuklearna eksplozija pripisuje se SAD:

1. studenoga 1952., Maršalsko otočje. No to ni u kojem slučaju nije bila H-bomba, već eksplozija eksperimentalne instalacije. Prvu eksploziju H-bombe izvršili su Sovjeti - 12. kolovoza 1953. Prvi predsjednik AEC, David Lilienthal, rekao je kako je "AEC kao instrument politike u velikoj mjeri, postala dio vojnog establišmenta definiranog od vojske".<sup>15</sup>

Vidi se, međutim, da su vojni ciljevi i razlozi dominirali u istraživanju i razvoju nuklearne tehnologije i nakon završetka Drugog svjetskog rata. Ambicija SAD da politikom izolacije u ovom sektoru sebi osigura vodeću ulogu u kapitalističkom svijetu, izaziva efekte proliferacije nuklearne tehnologije. *Pri tome je bilo nužno da mnogo toga što se zbiva na području nuklearne tehnologije i nadalje ostane obavijeno velom tajnovitosti.* Stanoviti se ekscesi, međutim, unatoč svim mjerama prikrivanja, ipak ne mogu sakriti od javnosti. I, što više raste zabrinutost dijela znanstvene i opće javnosti, to je više potrebno služiti se manipulacijama, ne bi li se time otupila, ako ne i eliminirala, oštrica javne kritike, s obzirom na djelatnost nuklearnog establišmenta. Manipuliranje informacijama i prikrivanje istine bile su taktike na kojima je stečeno veliko iskustvo još za vrijeme rada na Manhattan projektu. Naime, još mjesec dana prije nego što je atomska bomba bačena na Japan, obavljeno je prvo testiranje atomske bombe u Alamagordu, New Mexico. Sudionici u projektu nisu bili sigurni što će se dogoditi. Pitanje sigurnosti bilo je u drugom planu. Za eventualnu evakuaciju stanovništva, ako radioaktivna prašina krene prema obližnjim gradovima, bio je zadužen jedan oficir sa 160 vojnika. Evakuaciju je trebalo provesti u zadnji čas. S druge strane, 20 pripadnika vojne obavještajne službe, prurušeni u civile, bili su raspoređeni po susjednim gradovima u udaljenosti do 100 milja, opremljeni barografima, kako bi mogli konstantno bilježiti eksplozije i poodrhtavanje tla. "Najbliži gradovi bili su najočitije kandidati za katastrofu: San Marcial, San Antonio, Socorro, Carrerozo, Oscuro, Three Rivers, Tularoso, Almagordo."<sup>16</sup> Kao dio plana, jedan obavještajni časnik bio je smješten u uredu Associate Pressa u Albuquerqueu, New Mexico, "da spriječi širenje alarmantnih priča".<sup>17</sup> Mnogi su vidjeli prvi bljesak, čuli eksploziju i dugu tutnjavu. Uskoro su uredu Associate Pressa u Albuquerqueu stizala mnoga pitanja i izvještaji o neobičnoj eksploziji na jugu New Mexica. Međutim, poduzetim mjerama opreza priređena je i informacija za javnost, koju je Associate Press neupitno objavila. Prema toj obavijesti, izdanoj od komandnog časnika Almagordo armijske zračne baze, u udaljeno smještenom magazinu municije gdje su bile uskladištene znatne količine teških eksploziva i pirotehnika, došlo je do eksplozije. Nije izgubljen ni jedan život, niti je itko bio ozlijeđen, a i materijalna šteta izvan magazina je zanemariva. Vremenske prilike utjecale

<sup>15</sup>Lilienthal, E. David, *Change, Hope and the Bomb*, Princeton, N.J., Princeton University Press, 1963., str. 1115-1116.

<sup>16</sup>Kunetka, James, prema Grossman, K., op.cit., str. 155.

<sup>17</sup>Ibidem.

su na sadržaj plina koji se oslobodio iz čahura prilikom eksplozije, zbog čega je vojska morala evakuirati nekolicinu stanovnika. I tako je prva atomska bomba eksplodirala na jugozapadu SAD a da pri tome uopće nije bilo teškoća “upravljanja” vijestima o njoj. Ovakav odnos prema informacijama, kojima se uvijek može manipulirati, nastavio se kad je u pitanju nuklearna energija sve do današnjih dana. “Upravljanje informacijskim tokovima, obeshrabrivanje i zabranjivanje istraživanja koje je štampa htjela provesti, onemogućavanje da javnost dozna što se stvarno dešava kroz tešku upotrebu tehnika javnih odnosa širilo se poput gljive koja je nastala nakon prve eksplozije. I zaista uzimajući u obzir letalne posljedice koje su tu uključene i ugrožavanje svakog života, široko prikriivanje bilo je ključno za nuklearni poduhvat, da bi se on nastavio.”<sup>18</sup>

U stvarnosti, veliki dio AEC imao je u mislima sasvim druge stvari od onih o kojima bi se moglo zaključiti na osnovi poruke koju je američki predsjednik Eisenhower uputio svijetu 9. prosinca 1953., predlažući na sjednici Generalne skupštine UN program “Atomi za mir”. Najbolji dokaz za to je činjenica da su već 1. ožujka sljedeće, 1954., godine SAD izvršile pokus prve H-bombe bačene na Bikini otočju. Jedan američki razarač našao se u oblaku radioaktivne prašine, na što je posada odgovarala provodeći vježbu zaštite od radijacije. Nitko, međutim, nije ništa rekao o vježbama za zaštitu od radijacije stanovnicima Rongelaapa, Rongerika i Ūterika s Maršalskog otočja, njih 236 i 23 člana posade japanskog ribarskog broda Fukuryu Maru. Stanovnici otočja su bili evakuirani prema planu, ali tek pošto su već bili izloženi radijaciji. U mjestu gdje su evakuirani - Kwajalein, došlo je do intervencije mornaričke helikopterske službe SAD, koja je stanovnicima pružila nužnu medicinsku pomoć, ali i osigurala da ona ne bude popraćena nikakvom drugom pažnjom koja bi bila nezgodna za one koji testiraju nuklearno oružje. Nesretna sudbina japanskog ribarskog broda koji je izmakao pažnji patrole američkih zračnih snaga obišla je svijet kao glavna vijest. Povratak broda Fukuryu Maru, zahvaćenog radioaktivnošću, uzbunio je svijet koji je bio zapanjen nad efektom fenomena radioaktivnog *fall-outa* (radioaktivnog ispusta). Upravo problemi *fall-outa* doveli su sredinom predesetih do povećane pažnje svjetske javnosti spram nuklearnom establišmentu i njegovim aktivnostima. Povećana sve kritičnija pažnja nije se ograničavala samo na problematiku nuklearnog oružja već i na rastući entuzijazam s obzirom na mogućnosti civilnog korištenja nuklearne energije.<sup>19</sup>

<sup>18</sup>Grossman, K., op.cit., str. 156-157.

<sup>19</sup>Petterson, W.C., op. cit., str. 115.

### *Atomi za mir*

Potreba nuklearnog establišmenta za dodatnom legitimacijom u mirnodopskim uvjetima nastojala se postići stalnim širenjem primjene na nova područja. No, atomske bombe nije lako okrenuti u komercijalne proizvode. Rješenje je pronađeno u prvim nuklearnim reaktorima sagrađenim u Hanfordu, u kojima se uran pretvarao u plutonij za potrebe bombe, pri čemu se oslobađala toplina. Javila se ideja da sredstvo treba modificirati, kako bi se toplina reaktora koristila za zagrijavanje vode koja će pokretati turbinu i proizvoditi struju. “Bio je to paklenski način zagrijavanja vode.” Kao što je rekao Amory Lovins, “poput rezanja maslaca lančanom pilom”. “Ali bio je to način koji je održavao mašineriju u pogonu, koji je dozvoljavao armiji ljudi i gigantskim korporacijama uključenim u Manhattan projektu da nastave svoju djelatnost.”<sup>20</sup> *Od atomske bombe nastali su atomi za mir.*

Pogonski potencijal nuklearne energije, primijećen i upotrijebljen kod prvih podmornica na atomski pogon, nastojalo se iskoristiti i za prvu nuklearnu elektranu. Tako je prototip reaktora korištenog za atomsku podmornicu Nautilus i Seawolf, upotrijebljen i za nuklearnu elektranu Shippingport. Bio je to početak nuklearne industrije.

I dok su industriju fosilnih goriva izgradila privatna poduzeća, nuklearnu industriju je stvorila vladina agencija i hranila tehnologija stvorena s javnim sredstvima. Na početku je to bila logična i prihvatljiva posljedica stroge državne kontrole svih aspekata nuklearne tehnologije. Industrija atomske energije mogla se pojaviti samo ako joj je država bila sponzor. Javni itneres bio je preplavljen državno-industrijskom strukturom moći, koja je imala zajedničke ciljeve i pristup novcu i političkoj vlasti.<sup>21</sup> Westinghouse i General Electric postali su “dvoje velikih”, ugovorne strane s državom za nuklearnu energiju. No unatoč snažnoj promociji nuklearne energije od strane države, koju su gurale Westinghouse i General Electric kako bi prodale ideju nuklearnih elektrana, elektroprivreda nije htjela s time imati nikakve veze, smatrajući ih suviše opasnim.

Tako je AEC početkom 1954. objavila petogodišnji plan istraživanja sa pet projekata na konstrukciji reaktora: PWR (Pressurized Water Reactor), BWR (Boiling Water Reactors), sodium graphite reactors, FBR (Fast Breede Reactors) i homogenous reactor. Za realizaciju projekata odobreno je 240 milijuna dolara. Za konstrukciju prvog PWR, koji je upotrijebljen za nuklearnu elektranu Shippingport od 60 tisuća kilovata, AEC je pokrila 85% ukupnih troškova.

AEC je također zasnovala program demonstracije nuklearnih reaktora s istaknutom namjerom da u nuklearni biznis uključi privatni sektor. Na prvi

<sup>20</sup>Grossman, K., op.cit., str. 155.

<sup>21</sup>Camilleri, J.A., op.cit., str. 38.

poziv AEC primila je svega 4 ponude. Zbog toga je nakon nekoliko mjeseci uputila drugi poziv - ovaj put za reaktor manjeg kapaciteta, najviše do 40 MW. Elektroprivreda je, međutim, bila više zainteresirana za reaktore mnogo većeg kapaciteta, računajući da bi kroz ekonomiju veličine mogla učiniti energiju nuklearnih elektrana kompetitivnom s elektranama na konvencionalni pogon. Ona je, naime, ustanovila da će troškovi nuklearne energije biti 2-5 puta veći od energije iz konvencionalnih izvora. Kako bi barem dijelom neutralizirala bučne optužbe kako koči vlastiti nastup, AEC je početkom 1957. po treći put uputila poziv industriji za sudjelovanje u programu nuklearne energije. Istodobno je AEC ustanovila kako će u slučaju da industrija ne pristane na izgradnju određenog broja i tipova reaktora, s tim da budu u pogonu do sredine 1962., zatražiti od Kongresa odobrenje da sama preuzme izgradnju reaktora. Iako su neke industrije pokazale interes, bilo je sve očitije da, s obzirom na rastuće kapitalne troškove, ovaj program neće doživjeti svoje ubrzanje bez značajnijih državnih subvencija. Tako su troškovi Shippingport PW reaktora iznosili 63 milijuna dolara po kilovatsatu - gotovo 9 puta više negoli kilovatsat na konvencionalno gorivo (u to vrijeme moderne elektrane na ugljen kilovatsat je koštao 6-9 milijuna dolara). K tome su kapitalni troškovi izgradnje elektrane narasli sa 47,8 na 70 milijuna dolara. Slično je bilo i s troškovima drugih reaktora: PW reaktor, koji je gradila Yankee Atomic Electric Company, cijena je narasla sa 32,9 na 57 milijuna, i BW reaktor što ga je izgradio Commonwealth Edison Co., gdje je cijena narasla sa 45 na 60 milijuna dolara. Nestabilna sreća nuklearne industrije SAD vodila je od euforičnog optimizma do bolnog prilagođavanja. "Što se tiče AEC, ona je rezignirala nad činjenicom da nuklearna energija neće biti kompetitivna u slijedećih 10 godina ni na područjima gdje su troškovi goriva visoki."<sup>22</sup>

To je potaknulo nuklearni establišment da traži što se drugo može učiniti s nuklearnom energijom. Od 50-ih do 70-ih godina bile su aktualne, od kojih neke i početkom 80-ih godina, sljedeće upotrebe nuklearne energije: ozračivanje hrane za konzerviranje sa 50 tisuća rada (slično remima), opskrbljivanje brodova s iradijatorima kojima se označavalo skampe sa 350 tisuća rada, čime se njihova upotrebljivost produžila na 40 dana, projekt raketa na nuklearni pogon; meteorološke stanice na dubokom moru (izgrađena u Meksičkom zaljevu) i svjetionici pokretani generatorima na stroncij; Plowshare projekt, gdje je trebalo izgraditi morske kanale na pet mjesta, služeći se nuklearnim eksplozivom, koji je trebalo koristiti i za lakšu izgradnju morskih luka, a postojao je čak i plan za izgradnju agroindustrijskog kompleksa na nuklearni pogon. Odjel AEC za mirnodopski nuklearni eksploziv morao je odustati od nekih svojih projekata, koje su branili tako što su isticali da doze radijacije "ne bi dosegle letalne razine, niti razine koje izazivaju vidljive kliničke simptome kod čovjeka". O dozama koje s vremenom izazivaju leukemiju i rak oni nisu znali, niti su o tome brinuli. "Pod civilnim pokrićem vojska je bila u mogućnosti da op-

<sup>22</sup>Ibidem, str. 40.

ravda stalno veliko odobravanje sredstava za nuklearno oružje. Razvijala se se zajednička postrojenja.”<sup>23</sup>

Slična je bila i sudbina britanskog programa s nuklearnom industrijom. U White Paper-programu iz 1955. bila je izražena namjera da se u narednih 10 godina izgrade nuklearne elektrane kapaciteta 1500 MW. Zbog nerasnih teškoća u opskrbi gorivom izazvanih sueskom krizom, “ali i zbog greške u procjeni oko budućih troškova nuklearne energije”, britanska je vlada objavila ubrzanje nuklearnog programa, kako bi se do 1965. postigli nuklearni kapaciteti od 5 do 6 tisuća MW. Uskoro se poboljšalo opskrbljivanje konvencionalnim energentima, a cijena je pala, što je dovelo do revizije nuklearnog programa Velike Britanije. U drugom White Paperu iz 1960. utvrđeno je da se brzi razvoj nuklearne industrije ne može više opravdati teškoćama u opskrbljivanju konvencionalnim gorivima, a još manje kompetitivnošću nuklearne energije s konvencionalnim izvorima energije. Zbog toga je program usporen: umjesto 19 elektrana, koje je trebalo izgraditi prema prvom programu, izgrađeno je 9, i to do 1971., s ukupnim kapacitetom od 4887 MW. U programu za 1970.-75. predviđeno je da se izgradi dodatni nuklearni kapacitet od 5000 MW, što se može više pravdati potrebom preživljavanja nuklearne industrije, negoli objektivnim ustanovljivanjem komparativnih troškova nuklearne i ostalih, dostupnih izvora energije. Usprkos velikim tehničkim i financijskim teškoćama, UKAEA je uspjela svoje aktivnosti gurati dalje, zahvaljujući vrlo snažnom nuklearnom establišmentu koji je stvorila kao rezultat velikodušnog vladinog financiranja tijekom više godina. Osim toga, UKAEA je stekla nesrazmjerni utjecaj na energetske planiranje Britanije. Ova agencija nije nikad bila suočena s izazovom koji se tiče validnosti njenih prosudbi glede smjera u kojem se trebaju kretati istraživački, razvojni i proizvodni planovi.<sup>24</sup>

U Francuskoj, za razliku od SAD i Velike Britanije, nuklearna energija je imala mnogo skromniji početak, ali je isto tako već 1952. usvojeni plan značio veliku prekretnicu u smislu prijelaza s istraživanja na proizvodnju. Ovaj plan tražio je investiranje 37 milijuna franaka, za razliku od 15 milijuna koji su utrošeni u prvih 6 godina. Prva tri reaktora izgrađena u Marcoulu 1957., 1958. i 1959. imali su ukupni kapacitet od 70 MW, tj. 0,67% ukupne proizvodnje Francuske. Sljedeća 3 reaktora izgrađena u Chinonu 1963., 1965. i 1967., imali su po 170, 210 i 400 MW. Da bi osigurala samostalnost nuklearnog programa, Francuska je razvila vlastiti tip gas-grafitnog reaktora, ali se 1960. odlučila na suradnju s Belgijom u izgradnji PW reaktora. Godine 1964. podnijela je izvještaj PEON komisija, koja je djelovala po savjetu francuske industrije, izražavajući mišljenje francuskog nuklearnog establišmenta, posebno o ulozi države u razvoju nuklearne industrije. Izvještaj se odnosio na srednjoročnu i dugoročnu (od

<sup>23</sup>Ibidem, str. 42.

<sup>24</sup>Davis, David H., *Energy Politics*, III. ed., St. Martin's Press, New York, 1982., str. 212.

1985. nadalje) ulogu nuklearne energije u francuskoj ekonomiji, komparativne troškove nuklearne i ostalih izvora energije i adekvatnost tadašnjeg opskrbljivanja uranom i industrijske infrastrukture u odnosu prema predloženom programu nuklearne energije. S tim u vezi bilo je planirano da se u razdoblju od 1970. do 1975. svake godine izgradi jedna elektrana, kapaciteta od 500 MW. "Opseg i obrazloženje predloženog programa više su izražavali financijske zahtjeve i proizvodne kapacitete francuske industrije negoli objektivno ustanovljene buduće energetske potrebe Francuske. Jednostrano formulirana i provedena francuska nuklearna politika bila je u velikoj mjeri omogućena znanstvenim i administrativnim autoritetom CEA i, kakve li ironije, potaknuta političkom nestabilnošću Četvrte Republike."<sup>25</sup> Parlament je propustio ozbiljnije razmotriti nuklearnu politiku, što je dovelo do situacije da je inicijativa i vođenje u nuklearnoj problematici pripala CEA umjesto političkim odlučiteljima. U svakom slučaju, redovno konzultiranje s industrijom i političkom hijerarhijom, formalizirano kroz PEON komisiju, osiguralo je da CEA može drastično proširiti krug svojih operacija a da ne izazove srdžbu svojih političkih gospodara. Pet godina kasnije, 1969., došlo je do radikalne promjene filozofije na kojoj se zasnivao izvještaj PEON komisije. Dotad nepovredivi pojam nacionalne neovisnosti došao je pod upitnik, a pojam ekonomske neovisnosti zamijenjen je pojmom ekonomske kompetitivnosti. Kao posljedica, javio se glavni program koji se odnosio na diversifikaciju reaktora - uz grafitni, pojavio se PW i BW reaktor, po licenci Westinghousea i General Electrica. Istodobno je potpuna zavisnost od američkog obogaćenog urana bila sasvim neprihvatljiva. Tako se javilo pitanje, hoće li Francuska sama ili u partnerstvu s drugim zemljama razvijati tehnologiju obogaćivanja urana.

Za razliku od SAD, Velike Britanije i Francuske, u Zapadnoj Njemačkoj su se formirale grupe industrijskih poduzeća koje su radile na programima s nuklearnom energijom. Između njih je bilo malo koordinacije, ali su se uspjele dogovoriti da usredotočne pažnju na određeni tip reaktora, kako bi izbjegle dupliciranje napora. Ove inicijative financirane dobrim dijelom od privatne industrije, ali i sponzorirane od Njemačke atomske komisije, činile su osnovu prvoga neslužbenog petogodišnjeg nuklearnog plana, nazvanog 1957. Eltville 500 MW program. Na osnovi njega je do 1965. izgrađeno pet reaktorskih prototipa od 100 MW. Ipak, i uz svu inicijativu njemačke industrije, ostalo je otvoreno pitanje kako uvjeriti privatni sektor da je mudro investirati znatna sredstva u proizvodnju nuklearne energije.

Prvi službeni plan donijela je Njemačka atomska komisija 1967. On je zahtijevao financijski angažman države od milijardu dolara i ustanovljivanje postrojenja za nuklearno gorivo. Država je namjeravala smanjiti svoju participaciju čim određeni projekt dosegne komercijalnu fazu. Neke su tvrtke izjednačavale svoj komercijalni s njemačkim nacionalnim interesom. Siemens

<sup>25</sup>Camilleri, A.J., op.cit., str. 31.

i AEG osnovale su zajedničku podružnicu: KWU. U svakom slučaju, veliki uspon koji je u Njemačkoj doživjela nuklearna industrija potkraj šezdesetih godina u velikoj mjeri treba pripisati državnoj intervenciji, kako u planiranju tako i financiranju.

U Švedskoj je interes za nuklearnu energiju bio izravno vezan uz strukturu energetske ekonomije. U situaciji kad je potrošnja energije stalno rasla, Švedska je htjela smanjiti svoju ovisnost o uveznoj nafti. Godine 1957. osnovana je Švedska kompanija za atomsku energiju (AB Atomenergi) sa 57% vlasništva države, a ostalo su bile privatne i komunalne elektrane, industrijske i osiguravajuće tvrtke. Izgrađena su dva manja reaktora na tešku vodu kod Ageste 55 MW i Marvikena 140 MW. S vremenom, steklo se uvjerenje da reaktori na tešku vodu nemaju komercijalnu budućnost. Prva narudžba za komercijalni BW reaktor u Oskarshamnu iz 1965. počela se realizirati sljedeće godine, s tim da je stavljena u pogon tek 1982.

“Atomi za mir” bio je program koji je legitimirao ekspanziju nuklearne tehnologije i osiguravao ne samo njezin izvor nego i dominantnu poziciju SAD u svjetskom poretku, upravo širenjem nuklearne tehnologije i *kontrolom* nad istraživanjem te razvojem na tom području. Politika “Atomi za mir”, lansirana preko Ujedinjenih naroda, dovela je do formiranja Međunarodne agencije za atomsku energiju (AEA). **Bio** je to “prozor za uvid u napredak u istraživanjima drugih zemalja. To je pristajalo uz politiku predsjednikovog Savjeta za nacionalnu sigurnost, koji je bio protiv nuklearnog oružja za saveznike SAD u NATO-u.”<sup>26</sup>

Pod utjecajem SAD došlo je do formiranja Europske atomske agencije EUROATOM, koja je trebala povezati šest zemalja Europe uz američko nuklearno tržište (Francuska, SR Njemačka, Italija, Belgija, Nizozemska, Luksemburg). Proamerička orijentacija bila je vidljiva iz izvještaja koji se ticao ciljeva Euroatoma “Target for Euroatom”, a gdje se predlagalo nuklearne kapacitete koji bi bili 10 puta veći od nuklearnih kapaciteta dviju najvažnijih članica - SR Njemačke i Francuske. Istodobno se isticao cilj kompetitivnosti europskih zemalja sa supersilama, za što je u međuvremenu neophodna tješnja suradnja s nuklearnom industrijom SAD.<sup>27</sup>

Međunarodna agencija za atomsku energiju, koja je izrasla iz programa “Atomi za mir”, na svom je početku predviđala da će diljem svijeta biti “na stotine ’atomskih peći’ koje veselo kuhaju na struju tako jeftinu da je neće trebati naplaćivati”.<sup>28</sup> Preko svoga generalnog direktora dr. Civgard

<sup>26</sup>Katz, E.J., “Scientists, Government, and Nuclear Power”, u Katz, E.J. - Marwah, S.O., *Nuclear Power in Developing Countries*, Lexington Books, Massachusetts, 1982., str. 61.

<sup>27</sup>Ibidem, str. 65.

<sup>28</sup>Johnson, V., “Brazil”, u: Katz, E.J. i Marwah, S.O., op.cit., str. 111.



Eklunda, IAEA je ovo svoje obećanje skupo prodala kroz agresivni marketing i predviđanja budućih energetske potreba.

Lideri zemalja u razvoju nisu htjeli propustiti atomsku, kad su već propustili industrijsku revoluciju. Čudo kvalitete života očekivano od usvajanja atomske energije zahvatilo je imaginaciju zemalja u razvoju, što je dovelo do skupoga i izreverzibilnog obrazovanja ljudstva i materijalnih obveza u predviđanju posluživanja atomskih centrala kao pokretačke snage razvoja.

SAD su najčešće plaćale 50% troškova za istraživačke reaktore, a povremeno gotovo sve troškove. Obrazovanje znanstvenoga i tehničkog osoblja bilo je osigurano ili od IAEA ili SAD na bazi bilateralnih aranžmana. Francuska i SR Njemačka su, također u želji da prošire tržište u prekomorske zemlje, davale vrlo povoljne kredite s niskim kamatama ili čak bez njih.<sup>29</sup>

Kao rezultat ove politike mnogi su reaktori izgrađeni u zemljama u razvoju, no to je ipak tek manji dio onoga što su mnoge od tih zemalja planirale, zahvaćene ideologijom nuklearne ekspanzije kao univerzalnog lijeka koji će ih osloboditi nepodnošljivog pritiska siromaštva s kojim su bile suočene.

Na području Latinske Amerike nuklearni je program najdalje odmaknuo u Argentini. Ona je bila deklarirala namjeru da postane samodovoljna u svim fazama nuklearnog ciklusa do 1984., te da će tada početi s izvozom tehnologije reprocesiranja goriva. Argentina je izgradila pilotsko postrojenje za reprocesiranje goriva. Osim toga, prodala je istraživački reaktor Peruu, a tehnički pomagala Ekvador, Paragvaj, Čile i Kolumbiju. Prvi reaktor od 344 MW počela je graditi 1968., a stavljen je u pogon 1974.<sup>30</sup>

Brazil je, poput Argentine, želio potpunu nuklearnu samostalnost. Prvi pokusni reaktori građeni su na osnovi ugovora sa SAD, s tim da je nadzor nad njima u nadležnosti IAEA; to su reaktori u Belo Horizonte, Recife i Sao Jose dos Camposu, te mala tvornica za proizvodnju goriva u Sao Paulu. K tome treba dodati Westinghouseov reaktor u Angri dos Reis od 626 MW. Godine 1975. Brazil je zaključio ugovor o kupoprodaji nuklearne tehnologije s Bonnom, na osnovi kojeg se predviđala daljnja nuklearna ekspanzija na području Brazila.<sup>31</sup>

Indija je od početka slijedila agresivni plan samodovoljnosti u pitanjima nacrtu, izgradnje i djelovanja nuklearnih reaktora. Prvi istraživački reaktor

<sup>29</sup>Petterson, C.W., op. cit., str. 113.

<sup>30</sup>Varley, James, "Soviet Industry Fight for Survival", *Nuclear Engineering International*, October, 1990.

<sup>31</sup>Wood, Janet, "Comecon Links Begin to Unravel", u: *Nuclear Engineering International*, October, 1990.

od 40 MW izgradila je još 1956. godine u suradnji s Kanadom. Prva dva komercijalna reaktora puštena su u pogon 1969. Bili su to BW reaktori, koje je osigurao General Electric iz Sad. Locirani su u Tarapuru kraj Bombaya, svaki od 198 MW. Nakon toga dovršena su još dva reaktora u Rajasthanu, PHW tipa, svaki od 200 MW, stavljeni u pogon 1973. i 1980. Dok su se prvi gradili od 1961., odnosno 1962. - osam i sedam godina, trećem je trebalo devet, a četvrtom 13 godina. Peti PHW reaktor od 220 MW, lociran u Kalpakkamu, građen je 15 godina: od 1967. do 1982.

Južna Koreja počela je izgradnju prvog PW Westinghouse reaktora od 587 MW 1969. i završila ga 1978.

I Pakistan je imao jedan nuklearni reaktor od 125 MW, tipa PHW, čija je gradnja započela 1965., a dovršena 1972., lociran u Karachiju.

Tajvan je izgradio tri BW reaktora, od čega dva po 600 MW u Chin-Shanu i treći od 951 MW u Kuoshengu - sve je proizveo General Electric.

U ovaj proces uključila se i bivša Jugoslavija sa svojim PW reaktorom od 632 MW u Krškom, Westinghouse proizvodnje, čija je izgradnja započela 1973., a završila 1981.

Da bi se ova slika dopunila, valja navesti da je nuklearnu ekspanziju zapadnih zemalja, predvođenu SAD-om, pratila i iz istih motiva poticala, iako manjih razmjera, nuklearna ekspanzija SSSR-a i ostalih zemalja istočnoeuropskog bloka.

Termonuklearnu eksploziju 12. kolovoza 1953. izazvala je prva hidrogenska bomba, koju se moglo lako transportirati i jednako lako baciti. Peterson smatra kako je velik dio AEC-a imao druge stvari u mislima kad je predsjednik Eisenhower u svojoj poruci UN od 8. prosinca 1953. predložio program "Atomi za mir".<sup>32</sup>

I Sovjetski Savez je uz proizvodnju nuklearnog oružja krenuo u izgradnju nuklearnih elektrana - mirnodopsku upotrebu atomske energije. Svoju je tehnologiju izvezio ne samo u zemlje koje su tada pripadale sovjetskom bloku već i u Finsku.

U Sovjetskom Savezu postoje tri generacije PW reaktora. Prva iz razdoblja 1956.-1970. (V-230), druga iz razdoblja 1970.-1976. (V-213) i treća koja se razvila u razdoblju od 1970.-1980. (VVER-1000). Poslije katastrofe u Černobilu, započela su istraživanja na naprednijim tipovima PW reaktora. Gotovo u istoj mjeri postoje BW reaktori. Godine 1989. u Sovjetskom Savezu je od ukupno proizvedene električne energije iz reaktora, 49% proizvedeno iz BW, a 46,8% iz PW reaktora, te ostatak od 4,2% iz drugih tipova reaktora. Time je Sovjetski Savez osigurao 12,3% ukupne ener-

<sup>32</sup>World Nuclear Industry Handbook.

gije, a po ukupnim kapacitetima za proizvodnju te vrste energije zauzimao je 3. mjesto na svijetu - iza USA i Francuske.

Bugarska je kao zemlja sovjetskog bloka prihvatila sovjetsku tehnologiju PW reaktora i izgradila nuklearnu elektranu Kozlodoj s pet reaktora u razdoblju od 1974. do 1989., od kojih je posljednji započeo s radom tek 1989., s tim da je od tada bilo 20 obustava rada.

Poput Bugarske, i Češkoslovačka je prihvatila isti tip sovjetskog reaktora, s tim da je ukupno 8 reaktora situirano u dvije nuklearne elektrane (svaka po četiri PW reaktora, tip V-213). I Mađarska je preuzela isti tip sovjetskog reaktora, njih 4 u okviru jedne nuklearne elektrane. Njemačka Demokratska Republika imala je 6 reaktora, od kojih su tri prestala s radom, a svi zajedno, što se tiče regulacije i operacije, nakon ujedinjenja dviju država ulaze u izmijenjeni sustav. U Poljskoj i Rumunjskoj čitavo ovo razdoblje nije proradila ni jedna nuklearna elektrana, ali je znatan broj u izgradnji.

Prema podacima iz 1990., program "Atomi za mir" dao je svijetu 438 reaktora s ukupnim kapacitetom od 341615 MW energije, dok je u izgradnji gotovo 150% više kapaciteta, a još toliko ih je planirano. Statistike istodobno bilježe vrlo velik broj otkazivanja narudžbi. Velik broj narudžbi iz godine 1973. izravno je povezan s prvim naftnim šokom. Ipak, nakon te godine broj narudžbi drastično pada i daljnja kriza s naftom ne pridonosi očekivanoj afirmaciji nuklearne industrije, niti realizaciji programa "Atomi za mir" u planiranim razmjerima.

Što se ispriječilo na putu realizacije ovog programa? Koje su šanse njegovog ostvarenja u novim okolnostima, kad je svijet suočen s najvećim opasnostima, s obzirom na klimatske promjene kojima posebno pridonosi energija iz fosilnih goriva?

Inge Perko-Šeparović

*NUCLEAR ENERGY AND ENERGY POLICY*

*Summary*

The history of nuclear energy, as one of the possible ways out of energy crisis and the transition into the post-oil period is analysed. Since its discovery, nuclear energy has been used for military purposes and consequently shrouded in mystery and volatility. The coalition formed during World War II found the new legitimacy for the continuation of nuclear power use via its programme “Atoms for Peace”. The atomic bomb has evolved into atoms for peace, a complementary means by which the USA have been trying to secure global domination through nuclear technology. The programme has not achieved its objectives, although external conditions should have warranted that.