

Trgovački brod i nuklearna energija

Kap. Pero ARSETE i kap. Željko NJIRIĆ

U V O D

Zamisao da se upotrebi nuklearna energija za pogon broda pojavila se (ožujka) 1939. godine kada je talijanski fizičar Enrico Fermi, koji se tada nalazio u S. A. D., pred jednom grupom američkih istaknutih znanstvenih radnika Ministarstva ratne mornarice, održao u Washingtonu predavanje o značenju otkrića fisije jezgre urana. On je tada istakao mogućnost, da se nuklearna fisija, kontrolirana u jednom reaktoru sa uranom 235 može iskoristiti za proizvodnju energije koja bi se mogla primijeniti za brodski pogon tj. na nuklearnu plovidbu površinsku i podmorsku.

Iskorištavanje nuklearne tehnike za ratne svrhe, izgradnja prvih reaktora i proizvodnja dovoljnih količina nuklearnog goriva poslužili su kao dovoljno široka osnova za poslijeratni razvoj primjene nuklearne energije za brodski pogon. Prvi reaktori koji su omogućili pretvaranje topline nuklearne fisije u električnu energiju na industrijskoj osnovi imali su veliku težinu, tako da su bili korišteni na takvim mjestima gdje težina nije predstavljala nikakvu smetnju. Veoma brzo, kasnije, učinjen je u S. A. D. značajan korak u smanjenju težine reaktora po KS, pa je donesena odluka da se izgradi nuklearna podmornica.

Gradnja prve podmornice »Nautilus« započela je 1952. godine, a dvije godine kasnije, nakon što su uspješno izvršeni svi pokusi uvrštena je u sastav Ratne mornarice S. A. D. kao prva podmornica u svijetu s nuklearnim pogonom. Velike prednosti upotrebe nuklearne energije za pogon kod podmornica sastojale su se u tome što podmornica dobiva ogroman akcioni radius i može ploviti punom snagom kroz dugo razdoblje pod vodom. Zbog toga podvodna brzina povećana je do dotad neslučenih granica.

Vrijednost nuklearnog pogona za površinske ratne brodove značajna je, jer omogućava postizavanje velikih brzina sa malom količinom pogonskog goriva. Taj je faktor privukao pažnju ostalih ratnih mornarica u svijetu zbog prednosti u ratu, dok se o ekonomičnosti pogona nije vodilo računa, niti je ona uzeta u obzir kao zapreka u ostvarenju postavljenih ciljeva.

Danas je prihvaćeno mišljenje da je nuklearni pogon izvediv i kod trgovačkih brodova i 22 godine nakon što je prvi reaktor korišten na moru u »Nautilusu« (i danas) postoji već flota od oko 300 brodova na ovaj pogon na moru.

Najveći broj ovih brodova su brodovi za ratne svrhe, pretežno podmornice, zatim sovjetski ledolomci »LENJIN« (1959. g.) i »ARKTIKA« (1975. g.), američki brod »SAVANNAH« (1962. g.), zapadno-njemački »OTTO HAHN« (1968. g.), japanski »MUTSU« (1974. g.), te dva broda NR Kine

obalno putnički brod »ZAN — THAN« i brod trajekt »BAC PHAN«.

Ukupno uzevši do sada su svi ovi brodovi prošli 30 milijuna nautičkih milja u plovidbi i 1600 reaktor godina, što je sigurno dovoljno da se stekne neki utisak i iskustvo o ponašanju ovih brodova za vrijeme njihove eksploatacije. U tom razdoblju gubici ove flote su bili četiri podmornice, ali uzroci nijesu bili vezani za nuklearno postrojenje. Posljedice u vezi radijacije i zagađenja bile su beznačajne.

Izgradnja ratnih nuklearnih brodova pridonijela je da su se neka pitanja i problemi kasnije mogli razraditi i analizirati u praksi da bi se donijela odgovarajuća rješenja. Stečeno je izvjesno znanje i iskustvo u pogledu gradnje, rada postrojenja, održavanja nuklearnog sistema, sigurnosti, školovanja kadra, snabdijevanja goriva i radiološke zaštite, ali se nijesu mogli dobiti korisni podaci o cijeni broda i eksploatacionim troškovima, jer se ovdje radilo o izgradnji posebnog tipa broda. Danas se gradi u S. A. D. nuklearni ratni brod »VINSIN«, čija će cijena izgradnje dostići iznos od 1.5 milijardu dolara (oko 27 milijardi novih dinara). Ni na osnovi izgradnje ostalih brodova ne može se izvući prava ekonomska računica koja bi upućivala na zaključak da se priđe, radi ekonomičnosti, izgradnji trgovačkog broda, jer su svi površinski brodovi građeni kao brodovi za specijalne svrhe, pretežno za ispitivanje ponašanja reaktora za brodski pogon.

Postoji više ekonomskih procjena poduhvata da se izgradi jedan isključivo trgovački brod na osnovi ulaganja Vlada, brodarara i brodograditelja i da se priđe zamisli njegove izgradnje. Mnogi prihvaćaju da je ovaj poduhvat izvediv i praktičan, ali s uvjerenjem da nema ekonomske opravdanosti i sa strepnjom i sumnjama brodarara da će se suočiti s nekim nepoznicama kao što je pitanje njegove eksploatacije i održavanja u odnosu na tražene poostrene mjere sigurnosti.

Postojeća flota nuklearnih brodova, isključivši ratne brodove, veoma je skromna i mnogo manja nego što se pretpostavljalo u vrijeme puštanja u plovidbu »Savannah«.

Razlozi za ovako spori razvoj primjene nuklearnog pogona leži u prvom redu u ekonomičnosti.

S obzirom na je ovih brodova malo pokušat ćemo u slijedećem poglavlju o njima nešto potanje reći.

1. POSTOJEĆI NUKLEARNI BRODOVI

1. »LENJIN« i »ARKTIKA«

Iako se o radu na području djelatnosti nuklearnog broskog pogona u Sovjetskom Savezu nije ništa znalo, izgradnja ledolomca »Lenjin« dokazala je da je taj rad započeo dosta rano i da je dostigao visoki stupanj razvoja. Kroz eksploataciju pokazalo se da je nuklearni pogon na ovom

brodu dao niz prednosti. Kao najglavnija je što svojom velikom snagom (tri reaktora od kojih jedan rezervni) lakše savladava ledene zapreke, a većom širinom prolaza kojeg otvara omogućuje plovidbu brodova veće nosivosti, te uslijed većeg radiusa kretanja (tri reaktora snabdjeveni s 80 kg urana dovoljno za godinu dana plovidbe) može se dugo zadržati u ledenom području, bez rizika da mu ponestane goriva i da ostane u ledu blokirano. Ovaj 25.000 GRT ledolomac koristi se u arktičkom bazenu i njegova izgradnja smatra se veoma korisnom, posebno iz razloga što je pogon radio bez zastoja, te je i donešena odluka da se požuri sa izgradnjom cijele flote ledolomaca. Upotreba ovog broda je produžila sezonu plovidbe u arktičkom pojasu, a vrijeme plovidbe konvoja koji slijede ovaj ledolomac u ledu dosta se smanjilo. On će se i dalje koristiti u sovjetskom Sjevernom moru, gdje su konvencionalni ledolomci neodgovarajući za tu svrhu.

Privredni razvoj Sovjetskog Saveza zahtijeva očito snažnu i suvremenu flotu ledolomaca za pratnju konvoja u Sjevernom moru. Zato je i sagrađen i drugi ledolomac »Arktika«, a uskoro se očekuje i izgradnja ostalog dijela flote ledolomaca.

Ledolomac »Lenjin« dug je 134 m., širok 27.60 m., gaz mu je 9.20 m. kod punog opterećenja, a preko kontrolne ploče dobijaju se podaci o radu stroja, navigaciji, atmosferskim prilikama, jačini i debljini leda i dubini mora. Brod ima laboratorije za znanstvena istraživanja. Reaktorsko postrojenje djeluje pouzdano i u slučaju nevremena i u dodiru sa ledom. U proljeće, 1963. g. sva tri reaktora ispunjena su novim elementima goriva prvi put, nakon što je svaka jezgra bila u funkciji oko 11000 sati. Zamjena nuklearnog goriva izvršena je u roku od 3 dana.

Ledolomac »Arktika« je veće porivne snage, a pošto je ušao u eksploataciju tek prošle godine neki naročiti podaci o njegovom ponašanju nijesu ni mogli biti objavljeni.

Kod izgradnje ovih ledolomaca nije se obraćala nikakva pažnja ekonomičnosti niti se o njoj nešto zna. Ona se smatrala sporednom s obzirom na namjenu brodova i njihove prednosti. Ovo su, kako ćemo kasnije i vidjeti, jedini brodovi korišteni isključivo u komercijalne, ali specijalne svrhe.

1. 2. »SAVANNAH«

Nakon izgradnje »Nautilus« i »Lenjina« u S. A. D. je prevladalo mišljenje da treba izgraditi što prije nuklearni trgovački brod, da bi se došlo do praktičnog iskustva, koje bi olakšalo i ubrzalo radove na izgradnji jednog ekonomičnijeg tipa trgovačkog broda. Donesena je odluka da se sagradi nuklearno putničko-teretni brod, koji bi služio za demonstracione i istraživačke svrhe. Brod je dobio ime »Savannah« po drvenom brodu koji je prvi u povijesti brodarstva prešao Atlantik na jedra i parni stroj, 1819. g. Namjera je bila da brod posjeti što više luka, da bi zemlje prihvatile ovu vrst brodova, pa se zbog toga najviše pažnje posvetilo njegovoj sigurnosti. Zato je i nadzor nad izgradnjom bio od samog početka temeljit i stalan

počevši od nacрта i kasnije tijekom iskorištenja broda. To je bio eksperimentalni brod koji je trebao dokazati primjenu i sigurnost nuklearne energije za brodski pogon.

Karakteristike broda su: dužina 185.51 m., širina 23.77 m., GRT 15.858, snaga stroja 22.000 KS, brzina 20.25 Nm/sat. Cijena broda je dostigla visinu od \$ 45 milijuna uključivši istraživačke radove i cijenu reaktora od \$ 16 milijuna.

Brod je ušao u eksploataciju 1962. g. i u samom početku bio je u sastavu ratne mornarice S. A. D., služeći propagandi kao demonstracioni brod, a kasnije je dan u najam (bare-boat charter) jednom linijskom poduzeću, tako da je saobraćao na redovitoj liniji S. A. D. — Evropa. Posada je sačinjavala 149 ljudi od kojih 40 na palubi, 55 u stroju i 54 za opću službu. Mogao je ukrcati 60 putnika. Kasnije je zbog povećanih troškova ukinuta putnička služba.

Za vrijeme plovidbe 8 godina bio je snabdjeven jednom gorivom (1968. g.), a pristao je u 45 raznih luka 34 zemlje.

Skupi eksperiment »Savannah« dokazao je da nuklearni trgovački brod može ploviti bez opasnosti, jer se pokazao sigurnim i pouzdanim, te ispunio u tom pogledu svoj zadatak.

To je bio najskuplji do tada sagrađeni brod što je dokaz da se njegovom komercijalnom uspjehu nije poklanjala nikakva pažnja. Za vrijeme dok je bio u linijskom poslovanju Vlada je preuzela obavezu da će godišnjom subvencijom pokriti gubitke broda i to je radila sve do sredine 1970. g. Brod je do tada stalno plovio (izuzevši 10 mjeseci zbog spora sa posadom radi povećanja plaća). Danas, zbog svoje neekonomičnosti, »Savannah« čeka na dozvolu da bude brod muzej u istoimenom gradu, dok brodogradilište koje ga je gradilo više ne postoji. Vlada S. A. D. našla je jedino rješenje u njegovom vezivanju.

1. 3. »OTTO HAHN«

U SR Njemačkoj smatralo se da jedna visoko industrijska zemlja, kao što je ona, ne može sebi dopustiti da se ne bavi nuklearnim istraživanjima zbog konkurencije na svjetskom pomorskom tržištu.

Zahvaljujući inicijativi »Društva za iskorišćavanje nuklearne energije u brodogradnji i brodarstvu«,¹ pomoći savezne vlade i podršci četiri pomorske pokrajine (Bremen, Hamburg, Schleswig Holstein, Donja Saska) prišlo se izgradnji prvog nuklearnog broda, koji je dobio ime »Otto Hahn« po istaknutom njemačkom učenjaku, nobelovcu, koji se bavio proučavanjem nuklearne energije. Vlada SR Njemačke investirala je u ovu vrijednu investiciju \$ 13.800.000 (1968. g.) odnosno 60%, a ostale četiri pomorske pokrajine 40%. Osnovna zamisao zaposlenja broda bila je znanstveno istraživačka sa svrhom ispitivanja korištenja nuklearne energije za brodski pogon. Imao je prostorije za smještaj 50 znanstvenih radnika i 60 članova posade, jer je služio i za obuku osoblja. Da bi se

smanjili operativni troškovi odlučeno je istodobno da se brod koristi za prijevoz rudače iz Narvika za luke Bremen i Rotterdam.

Karakteristike broda su: 15000 tona nosivosti, snaga porivnog stroja 10000 KS, dužina 172.05 m., širina 23.40 m., gaz 9.20 m., brzina 15.7 Nm/sat.

Na prvim eksperimentalnim putovanjima pokazalo se da postrojenje vrlo dobro radi, da se dobro ponaša u lošim vremenskim prilikama i u temperaturama mora do 30 stupanja C. U komercijalnom poslovanju bilo je dosta teškoća i izgubljena je čitava godina dok je Vlada pregovarala sa nekoliko zemalja da bi dobila plovidbene dozvole za ulazak u luke. Pored prijevoza rudače brod je bio zaposlen i na prijevozu fosfata iz Afrike, a napravio je i pokusno putovanje sa teretom žita iz Argentine za Rotterdam, da se vidi da li će moći za taj teret biti prihvaćen.

Nakon četiri godine eksploatacije reaktor je ponovno snabdjeven gorivom u 1972. g. Do siječnja 1975. g. brod je napravio 100 putovanja od kojih 45 s teretom i prevezao 578.000 tona tereta.

Ni »Otto Hahn« nije dakle takav trgovački brod da bi mogao konkurirati ostalim brodovima sa konvencionalnim pogonom. Vlasnici smatraju da je previše skup za prijevoz tereta, iako je njegova cijena daleko manja od »Savannah«. U to vrijeme smatralo se da se za cijenu »Otto Hahn-a« mogao kupiti konvencionalni brod, koji bi bio pokretan strojem od 22000 KS imajući brzinu od 21 Nm/sat, ali osnovna zamisao je zadovoljena, a ta je da iskustvo posluži kao podloga za daljnji razvoj brodskih reaktora.

Spomenimo da je u SR Njemačkoj utrošeno oko \$ 50 milijuna u prvih 12 godina istraživačkog programa za izgradnju nuklearnog broda u kojem je iznosu uključena izgradnja »Otto Hahn« i troškovi istraživačkog centra u Geesthacht-u kod Hamburga (15 milijuna \$), a ostalo su troškovi istraživanja i razvojnog programa. Primjedba je da se brod dugo gradio.

Sada se radi na tome da bi brod preuzelo najveće brodersko zapadno-njemačko poduzeće »Hapag Lloyd« u najam, ali ono želi da se prvo riješe neizvjesnosti dobijanja dozvola za ulaske u strane luke.

1. 4. »MUTSU«

U Japanu je primjena nuklearne energije najprije bila usmjerena na problematiku nuklearnog broda. U tom smislu izrađen je program, a u velikim industrijskim koncernima i brodogradilištima osnovane su studijske grupe za proučavanje primjene nuklearne energije za pogon broda. Nakon što je izrađeno nekoliko projekata raznih tipova nuklearnih brodova i nakon dulje rasprave i priprema kakav će se brod graditi odlučeno je da to bude istraživački brod, koji je dobio ime »Mutsu«, ime matične luke broda.

Brod nije mogao ući u eksploataciju skoro dvije godine nakon izgradnje zbog protesta ribara i u kolovozu 1974. g. nakon što je spor okončan i brod konačno napustio luku, zbog greške na

zaštitnom sistemu reaktora i ustanovljenoj radioaktivnosti, morao se ponovno vratiti radi popravka. Pod normalnim okolnostima brod je mogao nastaviti sa svojim pokusima odmah, jer je popravak bio kratkog trajanja, ali zbog daljnjih protesta popravke nije bilo moguće izvršiti. Luka »Mutsu« u koju je bilo investirano oko DM 20 milijuna a koja je trebala da bude matična luka zadržavanja broda promijenjena je dogovorom Vlade i tek onda je brodu dozvoljeno da uđe u luku, nakon što je 60 dana bio nošen vjetrom po Pacifičkom oceanu.

Karakteristike broda su: 8350 GRT, snaga porivnog postrojenja 10000 KS, dužina 130 m., širina 19 m., brzina 16.5 Nm/sat. Sa 2.8 tona goriva u plovidbi je brod imao akcioni radius od 174.000 Nm. Brod ima 60 članova posade i 20 znanstvenika-istraživača. Troškovi izgradnje od \$ 15.5 milijuna što znači da su bili četiri puta veći od cijene jednog konvencionalnog broda iste veličine.

I ovaj brod služi specijalnoj namjeni, a ne u trgovačke svrhe.

Poteškoće koje je ovaj brod imao kod zadržavanja u domaćim lukama dokazuju da se ne može očekivati ni za ostale brodove dobijanje dozvole za pristajanje u japanskim lukama.

1. 5. »ZAN THAN« i »BAC PHAN«

O kineskim nuklearnim brodovima ne može se mnogo reći, jer nema objavljenih podataka. Poznato je da je »Zan Than« (»Glas naroda«) obalno — putnički brod, a »Bac Phan« (»Bijeli Faniks«) brodarica.

2. BLISKE PERSPEKTIVE

Osnovne teškoće kod određivanja ekonomičnosti projekta, u želji da se izgradi pravi trgovački brod, sastoje se u nesigurnosti procjene troškova. Ta nesigurnost nastaje uslijed pomanjkanja industrijskog i brodograđevnog iskustva, pa ni jedna procjena nije precizna.

Od 1958. godine vršene su razne analize i rasprave da se ocijeni konkurentna sposobnost nuklearnog broda u odnosu na konvencionalni sa svrhom da se donesu određena mišljenja u kojem pravcu krenuti u izgradnji nuklearnih brodova. U načelu su ta razmišljanja ista i svode se na izgradnju određenih tipova brodova, pa ćemo neka od njih i iznijeti, sabirajući ih oko ovako postavljenog temeljnog pitanja: **ZAŠTO NE BISMO GRADILI NUKLEARNE BRODOVE I KADA BISMO IMALI DOVOLJNO NOVČANIH SREDSTAVA?** U daljnjem radu ovim razmišljanjima dodat ćemo i naša.

Neke analize počinju u svojim uvodima od zaliha goriva koje postoje u svijetu. U tekućem gorivu one se ocjenjuju za sada na oko 95 milijardi tona, što je svijetu dovoljno samo za 35 godina i to, ako se uzme u obzir samo sadašnja godišnja proizvodnja. Ukoliko se ne otkriju nova nalazišta brzo će dakle doći dan kada će zalihe ovog goriva ponestati. Dokazane rezerve prirodnog plina mogu trajati slijedećih 40 godina, a ugljena ima dovoljno za slijedećih 100 i 200 godina ovisno

o potrošnji i novim nalazištima. U vezi toga Englezi, kao proizvađači ugljena, su mišljenja da ukoliko se ne otkriju nova nalazišta goriva da moraju odlučiti da li koristiti sintetični tekući ugljikovodik, koji se proizvodi procesom talenja ugljena i koji zahtijeva velike i skupe investicije za izgradnju odgovarajućih pogona, ili koristiti ova sredstva i vrijeme za rješavanje problema vezanih uz problematiku i operativnost nuklearnih brodova.

Mnogo je analiza napravljeno u pogledu troškova nuklearnog broda i mnogo usporedbi ovih troškova s troškovima odgovarajućih konvencionalnih brodova. Te analize pokazuju da je nuklearno postrojenje ekonomski opravdano ukoliko se primjeni kod brodova koji zahtijevaju veliku snagu stroja. U zadnje vrijeme najviše je usporedbi napravljeno sa velikim i brzim kontener-skim brodom na dugim plovidbenim pravcima sa snagom stroja od 80.000 KS sa kapacitetom korisnosti za teret preko 70%. Također su pravljene usporedbe flote nuklearnih supertankera sa velikom snagom stroja i flote konvencionalnih sa manjom snagom uz pretpostavku da obe flote godišnje prevezu isto tereta.

Danas je dokazano da je upotreba nuklearnog pogona izvodljiva i korisna za određene tipove brodova. To se odnosi na brodove supertankere (VLCC i ULCC),² brodove za rasute terete (bulk-carrire), kontener brodove velike nosivosti, velike putničke brodove i ledolomce. Radi se u stvari o brodovima koji se za vrijeme eksploatacije najmanje zadržavaju u lukama, odnosno koji su pretežno u plovidbi, pa uslijed velike snage stroja i velikog potroška goriva, a budući su današnje cijene nuklearnog goriva povoljnije od cijena lož-ulja, imaju mnogo manje troškove goriva od konvencionalnog broda, (a kod broda u plovidbi gorivo je, naime, najveća stavka u njegovim zbirnim dnevnim troškovima). Povoljniji odnos cijene nuklearnog goriva nastao je krajem 1973. godine, jer su cijene lož-ulju tada naglo porasle (do danas i oko 5 puta) zbog inflacije u svijetu i smanjenja proizvodnje sa ciljem da bi postojeće zalihe duže potrajale.

1974. godine ministar trgovine S. A. D. izrazio je mišljenje da bi S. A. D. trebale do ožujka 1975. godine donijeti odluku da li investirati u nuklearne supertankere. On je smatrao, ukoliko odluka bude da se ide u taj poduhvat da treba osigurati ogromne sume državnog novca i mijenjati zakon o dotaciji. Bio je mišljenja, zbog porasta cijena lož-ulja, da će brod od 400.000 tona nosivosti sa strojem od 120.000 KS na nuklearni pogon biti opravdana ekonomska investicija. U S. A. D. je tada 5 poduzeća pokazalo interes za izgradnju 23 tankera od 400.000 tona nosivosti svaki, a američki je senat odobrio da se za 1975. godinu predvidi za vojni budet izgradnja nuklearnih ratnih brodova (nosača aviona, podmornica, razarača, krstarica i fregata) u okviru izgradnje programa nuklearnih brodova. Poduzeće »Globtik Tankers, Inc. New York« predlaže izgradnju supertankera od 1 milijun tona nosivosti, te nekoliko

tankera od iznad 400.000 tona. »Seres Shipping, Inc. New York« prijavilo je Vladi S. A. D. izgradnju 3 ULCC od 600.000 tona svaki. Vlada S. A. D. je ocijenila je da je nuklearni brod od 120.000 KS ekonomičniji od odgovarajućeg na lož-ulje, ako je cijena lož-ulja \$ 3.50 po barelu,³ jer su tadašnji troškovi lož-ulja iznosili oko 40% ukupnih dnevnih troškova broda u plovidbi. Ocijenivalo se da ULCC od 414.000 tona nosivosti, brzine 21 Nm/sat sa 120.000 KS može biti izgrađen uz cijenu od \$ 17.000.000 što je tada bilo dvostruko od cijene konvencionalnog broda istih karakteristika. Čitava ova rasprava oko izgradnje završena je tako da je u studenom iste godine »Američki državni savjet za istraživanje«⁴ bio protiv izgradnje nuklearnih brodova i dao prijedlog da se treba usmjeriti na izgradnju brodova ledolomaca.

Na godišnjoj konferenciji »SEATRADE«, održanoj u Londonu, početkom travnja, 1974. godine održan je seminar o ekonomičnosti nuklearnih brodova. Uzet je za primjer nuklearni supertanker od 600.000 tona nosivosti, snage motora 120.000 KS i uspoređen sa konvencionalnim istim tipom iste veličine, optimalne snage 50.000 KS na relaciji S. A. D. (istočna obala) — Perzijski zaljev. Kod ovog primjera je istaknuto:

— da nuklearni brod, s obzirom na veću snagu stroja, može postići brzinu od 19.45 NM/sat, dok konvencionalni 15.05 NM/sat;

— da će uslijed veće brzine nuklearni brod prevesti godišnje 864.000 tone tereta više;

— da su operativni troškovi nuklearnog broda veći za \$ 2 milijuna, zbog većeg broja posade (stručnjaci i liječnik), stručnjaka na kraju, većeg osiguranja odgovornosti, troškova održavanja i troškova dobijanja godišnjih dozvola za pristajanje u stranim lukama. U obzir nijesu uzeti administrativni troškovi brodogradilišta i izučavanje posade za upravljanje nuklearnim pogonom;

— da ukoliko se uzme u obzir cijena lož-ulja od \$ 7.50 po barelu (danas je oko \$ 10.50) kod konvencionalnog broda da bi nuklearni brod imao manje troškove goriva za oko \$ 1.9 milijuna godišnje uz snagu stroja oko 2.1/2 puta veću.

— da bi nuklearni brod na ovoj relaciji mogao pokriti troškove poslovanja vozarinom od \$ 7.55 po toni tereta za razliku od konvencionalnog kojem treba \$ 8.34. Drugim riječima sa \$ 8.34 konvencionalni brod pokriva svoje troškove, a nuklearni bi ostvario dobit od \$ 3 milijuna cca na bazi prevezenih 3.798.000 tona tereta godišnje, ako se u račun rentabiliteta uzme 65% cijene nuklearnog broda, jer podnosilac ove studije smatra da se u izgradnju nuklearnog broda mora uključiti država dotacijom, smatrajući da bi bez njene pomoći ovaj brod bio preskup i nerentabilan.

Kod izlaganja postavljen je prigovor zašto se kod konvencionalnog broda nije uzela u obzir ista snaga stroja. Dat je odgovor kada se ekonomska strana ove teme radila da nije bilo tankera u svijetu sa većom snagom stroja od 50.000 KS iako se kasnije pokazalo da može. (Seminar je održan

godinu dana kasnije). Dat je i prigovor da su rezultati nuklearnog broda povoljniji, jer je uzeta u obzir dotacija države. Znači, ovu usporedbu ne možemo smatrati točnom.

U jednom članku u »Atomu«, siječnja 1975. godine, koje su objavile Vlasti atomske energije Velike Britanije⁵ izjavljuje se da su u posljednjih 20 godina zadržavale stajalište da je nuklearni pogon nekorisna ekonomska investicija, ali sada nakon što su cijene lož-ulja porasle da je došlo do obrata u korist izgradnje nuklearnih brodova.

Nekoliko vodećih britanskih brodara pokazuju posebni interes za izgradnju velikih kontejnerskih brodova (krajem 1974. godine) tako da Vlasti atomske energije Velike Britanije s ostalim zemljama evropske ekonomske zajednice pristupaju zajednički radu na projektu. Smatralo se, imajući u vidu operativne troškove kontejner broda od 80.000 KS, da je kod njega nuklearno postrojenje ekonomičnije od dizel stroja. Ovo mišljenje je dano na bazi cijena lož-ulja 1975. godine, a koje će sigurno slijediti porast, pa nije za očekivati da će zemlje proizvađači nafte ikada i pomisliti da bi ih smanjivale, što bi kad bi se zbililo, ekonomsku računicu potpuno izmjenilo. Ocijenilo se također da bi supertanker od 400.000 tona nosivosti na nuklearni pogon mogao u 1980. godini isporučiti ložulje iz Perzijskog zaljeva u S. A. D. po cijeni od \$ 8.15 po toni za razliku od konvencionalnog tankera iste veličine, koji bi tu isporuku mogao izvršiti na \$ 9.85 po toni. U članku se dalje navodi da su cijene i mogućnosti isporuke nuklearnog goriva već osigurane za mnogo godina unaprijed i da se ne očekuje povećanje cijena prirodnom uraniju.

Vlasti atomske energije Velike Britanije smatraju da što se kod nekog broda više traži veća snaga stroja i brzina to se dolazi do zaključka da je pogodniji takav brod na nuklearni pogon, iako svima na prvi pogled izgleda da je to skuplja investicija. Drugim riječima, sa snagom motora ispod 40.000 KS ne isplati se graditi nuklearni brod, od 40.000 — 80.000 KS nuklearni brod pokazuje bolju ekonomsku računicu od konvencionalnog što se tiče troškova goriva, a iznad 80.000 KS neuporedivo bolju. Vlasti definitivno zauzimaju stav da nuklearni brod koji bi se isključivo koristio u komercijalne svrhe treba da bude dotiran od države kao i ekonomski rizik poslovanja uključujući i sigurnost treba da bude zajednički rizik brodara i države.

Na proučavanju izgradnje nuklearnog broda radilo je poduzeće »Vickers Ltd Shipbuilding Group« i ono je izrazilo mišljenje da nema ekonomskog opravdanja za izgradnju, ali da ima tehničkog, pa zato ne vjeruju da će oni biti ti koji će prvi prići izgradnji jednog nuklearnog trgovačkog broda.

Španjolska je druga država po proizvodnji broja brodova u svijetu. Na međunarodnom simpoziju u Madridu, travnja 1972. godine profesor Teh-

ničkog fakulteta, odjeljenja za brodogradnju — Madrid, u svom izlaganju je također potvrdio da su povećana cijena lož-ulja, stalno povećanje snage stroja i osjetno smanjenje cijene urana faktori koji se stalno mijenjaju u korist izgradnje nuklearnog broda. On je tada iznio da je, ukoliko cijena lož-ulja dođe na \$ 25 po toni (danas je oko \$ 75), nuklearno postrojenje ekonomičnije od dizel stroja, ako je snaga nuklearnog postrojenja između 70.000 i 80.000 KS. Međutim on smatra da kod davanja ovakvog mišljenja nijesu uzete u obzir dotacije, koje bi brodogradilišta trebala da dobiju da se opreme i pripreme za izgradnju nuklearnih brodova.

ZAKLJUČCI:

Sve što smo naveli u ovom poglavlju, ako dobro razmotrimo, upućuje nas na zaključak da nema ekonomske opravdanosti da se ide u izgradnju nuklearnog broda koji bi se koristio isključivo u komercijalne svrhe. Kada se govori o ekonomskoj opravdanosti svi se slažu da je potrebna pomoć države, jer bi inače brod bio preskup i nerentabilan. Ono što svakoga potiče da razmišlja o izgradnji nuklearnog broda je povoljnija cijena goriva; međutim sagledavajući veoma skupu čitavu investiciju to nije dovoljno za ekonomsko opravdanje poduhvata. Japan kao daleko najveća brodograđevna nacija u svijetu ne raspravlja uopće o ovom pitanju.

Iz svega iznesenog jasno je da se još nitko nije odlučio na izgradnju pravog trgovačkog nuklearnog broda, jer smatra to velikim rizikom.

U analizama se najviše spominje izgradnja tankera (VLCC i ULCC), brodova za rasute terete (bulkcarriera) i velikih kontener brodova. Osvrnimo se na njihove mogućnosti zaposlenja na svjetskom tržištu brodskog prostora, ne ulazeći dalje u raspravu oko izgradnje velikih putničkih brodova za koje je poznato da nikada nijesu bili rentabilni, da su mnogi od njih i danas vezani, jer državne vlasti nijesu intervenirale dotacijom, te ledolomaca koji su zanimljivi samo za zemlje gografskog položaja koje ih mogu koristiti.

Situacija na tržištu brodskog prostora za tanke, posebno za VLCC i ULCC, je danas veoma zabrinjavajuća, zbog smanjene proizvodnje i potrošnje goriva u svijetu, da ova tonaža posluje sa gubicima. Zbog toga je, prosinca 1975. godine, uslijed nemogućnosti zaposlenja bilo vezano 485 tankera sa ukupno 44.4 milijuna tona nosivosti, za razliku od prosinca 1974. godine, kada je bilo vezano samo 39 tankera sa oko 1 milijun tona. Nemojmo zaboraviti da veći dio tankerske tonaže baš ove veličine, koja je danas ostala u eksploataciji unatoč slabog tržišta i niskih vozarina vozi smanjenim brzinama i da je ipak najviše ovih brodova iznad 100.000 tona nosivosti vezano. I pored ovakvih prilika i velikog broja poništenja ugovora o izgradnji očekuje se, do kraja 1977. godine, da će oko 100 milijuna tona tankerske tonaže kao novogradnje ući u eksploataciju, i još povećati višak brodskog prostora.

Svjetska tankerska flota sredinom 1975. godine narasla je na 272.5 milijuna tona nosivosti i uz 29 milijuna tona kombiniranih brodova (brodovi za tekući i suhi teret po potrebi), koji mogu da se uključe u prijevoze tekućih tereta, svorila višak u odnosu na potražnju broskog prostora za oko 50 milijuna tona. S obzirom na daljnja predviđanja izgradnje slijedećih godina prognoze predviđaju sličnu situaciju, a 1980. godine očekuje se višak ove tonaže čak za oko 80 milijuna tona i to opet pretežno VLCC i ULCC-a. Ovakva nagla izgradnja ovih tipova brodova zasitila je tržište broskog prostora i sigurno je da za sada svaka daljnja inicijativa na ovom polju otpada. Prema tome graditi ovakve brodove na nuklearni pogon, bio bi za sada potpuni promašaj, jer što se tiče ekonomičnosti oni ne mogu dati povoljne rezultate ni za slijedećih 10 godina.

Ista je situacija i za brodove za rasute terete (bulkcarriere) iznad 100.000 tona nosivosti.

Iz ovog razloga očito i S. A. D., nakon dugog razmišljanja, ne žele ulaziti u izgradnju ovih tipova brodova.

U pogledu izgradnje kontener broda najbolji je dokaz zapadno-njemački plan o izgradnji koji je za sada stavljen »ad acta«, a kojeg je financirala Vlada (Ministarstvo za istraživanje i tehnologiju u Bonnu). Radilo se u stvari o brodu 60.000 brutto reg. tona sa kapacitetom prijevoza 3.000 kontenera za kojeg Vlada smatra da ga je nemoguće zaposliti na depresivnom tržištu. Vlada je također do istih rezultata došla u pogledu izgradnje velikih brodova za rasute terete.

O PERSPEKTIVI OPĆENITO

Ovo pitanje razmotrit ćemo do kraja. Što mislimo u slučaju da imamo obratnu situaciju na tržištu broskog prostora, tj. da je ponude broskog prostora daleko manje od potražnje. Za odgovor treba da uđemo u bit svih prednosti i negativnosti.

3. PREDNOSTI

3.1. RADIUS KRETANJA

Nuklearni brodovi imaju veliki radius kretanja u usporedbi sa konvencionalnim brodovima.

Kod podmornice »Nautilus« je prvo punjenje goriva trajalo 5400 sati sa kojim je ona prevalila 62.500 Nm, od kojih 60% ispod mora. Nakon zamjene jezgre drugo joj je punjenje trajalo do kraja 1959. godine sa kojim je prevalila 93.000 Nm. Sa trećim punjenjem trebala je prevaliti 140.000 Nm, jer se kod svakog daljnjeg punjenja išlo na poboljšanje iskorištenja zahvaljujući provedenim tehnološkim poboljšanjima i manjim izmjenama unutar jezgre. Kod »Lenjina« je prvo punjenje trajalo (3 reaktora sa 80 urana) do proljeća 1963. godine. Prema navodima jedno punjenje kod ovog ledolomca dovoljno je za godinu dana plovidbe. »Savannah« je sa jednim snadbjevanjem goriva mogao prevaliti 300.000 Nm.

ZAKLJUČCI:

Današnji konvencionalni brodovi zbog daleko manjeg akcionog radiusa snabdijevaju se na određenim bunker stanicama i u lukama gdje vrše operacije ukrcaja-iskrcaja. Kada uzimaju gorivo u lukama trgovačkih operacija, nema gubitka vremena i dodatnih troškova u vezi isporuke goriva. Ukoliko uzimaju na pojedinim bunker stanicama zadržavaju se nekoliko sati, a lučki troškovi pristanjanja su mali.

Ocijenjujemo da bi »krcanje« nuklearnog goriva (iako možda jednom u 3 do 4 godine) bilo ipak skuplje od troškova zadržavanja i lučkih troškova radi snabdijevanja gorivom konvencionalnog broda za isto razdoblje, ovo posebno ako uzmemo u obzir isporuku nuklearnog goriva na samo određenom području gdje bi brod mogao s njim da se snabdije, i troškova stajanja usljed izmjene jezgre, a da i ne govorimo o problemu oko njegova transporta, ukoliko bi to bila briga brodarar.

Veliki akcioni radius je dakle prednost, ali ne od bitnog značaja da bi mogla utjecati na donošenje odluke o izgradnji nuklearnog broda, pogotovo jer se danas konvencionalni brodovi mogu snabdjeti lož-uljem u svim lukama svijeta.

3. 2. SMANJENI TROŠKOVI GORIVA

U svim ekonomskim analizama kod usporedbe troškova nuklearnog i konvencionalnog broda troškovi goriva su jedina povoljna stavka kod nuklearnog broda. Zato se i sva mišljenja o izgradnji nuklearnih brodova svode na predlaganje tipova brodova koji zahtijevaju veliku snagu stroja, jer je kod takvih brodova razlika u troškovima goriva sve izrazitija u korist nuklearnih brodova.

Sigurno je da će cijene goriva kod konvencionalnih brodova i dalje rasti, zbog razloga koje smo već ranije naveli, te bi time i razlike u troškovima goriva bile još izrazitije, posebno jer se ne očekuje u narednim godinama povećanje cijene urana.

ZAKLJUČCI:

Smanjenje troškova goriva je sigurno prednost nuklearnih brodova; međutim ta prednost trebala bi da bude i izražena i u ukupnim dnevnim troškovima kod usporedbe brodova, a to, čini se, nije slučaj. Količinski potrošak (1. gram urana 235 jednak je potrošku od 2.5 tona lož-ulja) je bez sumnje objektivna prednost nuklearnih brodova, jer povećava prostor koji se može koristiti u korisne svrhe (uz istu nosivost više tereta).

Cijena nuklearnog goriva za sada je dakle povoljna, međutim gledajući u budućnost ukoliko bi došlo do izgradnje jedne prave flote nuklearnih brodova teško bi bilo zadržati mišljenje da se cijena uranu neće povećati, pa bi u tom slučaju ekonomska računica o kojoj se sada govori mogla doći u pitanje.

4. NEGATIVNI ASPEKTI

4. 1. SKUPA INVESTICIJA

Nuklearni brodovi u usporedbi s konvencionalnim brodovima su skupa investicija. To pokazuju i cijene izgrađenih brodova:

— »OTTO HAHN« nosivosti 15.000 tona izgrađen je uz cijenu od \$ 14. milijuna, od čega je cijena nuklearnog postrojenja 50%. Međutim za istraživanja u prvih 12 mjeseci utrošeno je dodatnih \$ 36. milijuna. Investicija je pokrivena 60% od država, a 40% od 4 pomorske pokrajine (Bremen, Hamburg, Schleswig Holstein, Donja Saska). Sa utrošenih \$ 14. milijuna u to vrijeme (1968. g.) mogao se kupiti, kako smo već naveli, konvencionalni brod snage stroja 22.000 KS sa brzinom od 21. Nm. Ovaj brod zaposlen na tržištu u prijevozu raznih tereta mogao je vozarinom pokriti samo 50% svojih operativnih troškova.

— »MUTSU« je izgrađen uz cijenu od \$ 15.5 milijuna. U doba izgradnje (1968. g. postavljen je kobilice) s ovim iznosom mogla su se izgraditi 4 konvencionalna broda iste veličine.

— »SAVANNAH« je najskuplji do tada sagrađeni brod. Izgrađen je uz cijenu od \$ 45. milijuna u kojoj su uključeni troškovi istraživačkih redova i cijena reaktora od \$ 16 milijuna. Ovakva skupa investicija mogla se koristiti samo na obvezu vlade SAD da će subvencijom pokriti razliku između operativnih rashoda i prihoda broda. Vlada je to činila od kolovoza, 1965. godine do kraja lipnja, 1970. godine, a onda je odlučila da ga zbog svoje neekonomičnosti predloži za brod — muzej.

ZAKLJUČCI:

Razlika cijene nuklearnog broda u odnosu na konvencionalni istih karakteristika je velika, s obzirom da se radi o nuklearnom postrojenju, o posebnim sigurnosnim konstrukcijama (nuklearni zaštitni sistem) koje treba da se ugrade, a sve je to uvećano za inflatorna kretanja svih pratećih troškova materijala i radne snage.

Iskustvo s postojećim nuklearnim brodovima pokazalo je da će inicijalni naponi svake zemlje koja bude gradila nuklearni trgovački brod zahtijevati dodatna novčana sredstva za ispitivanja sigurnosti broda, dodatne investicije u brodogradilišta, obrazovanje kadra, te za razne druge troškove kojih nema kod konvencionalnih brodova, a koji prethode uvođenju nuklearnog broda u poslovanje. Ti se troškovi, bar za sada, ne mogu smanjivati u fazi razvoja nuklearnih postrojenja gdje težište mora biti usmjereno na sigurnost i pouzdanost. Ove bi troškove trebala snositi država i oni ne bi smjeli opteretiti ionaku skupu investiciju, kada se zna da je danas cijena nuklearnog broda od 80.000 KS veća za 50% od konvencionalnog. Ovu razliku cijene navađamo kao činjenicu, dok o visini cijene nećemo govoriti, jer je pretpostavljeno da ima dovoljno novčanih sredstava. Treba ipak istaći da je tržište broskog prostora na kojem tražimo zaposlenje jedinstveno i da bi nuklearni

brod, iako skuplji za 50%, mogao postići iste vozaerske stavove kao i konvencionalni, što ga čini potpuno nerentabilnim. Ulagati u nešto što je nerentabilno, pa makar imali i dovoljno novčanih sredstava, bilo bi rasipanje novca i besmislica.

4. 2. VEĆI OPERATIVNI TROŠKOVI

Kod analiza operativnih troškova autori ističu da pojedini elementi troškova nuklearnih brodova nijesu pouzdani za usporedbu s troškovima kod konvencionalnih brodova, ali se svi slažu da su ti troškovi veći.

Veći bi se troškovi sastojali u slijedećem:

— »troškovi stručnog obrazovanja«. Prisjetimo se da je posada n/b »Savannah« odabrana skoro 4 godine prije pokusne vožnje radi obuke i uvježbavanja. Stručno je osoblje, radi temeljitog upoznavanja sa reaktorom i specifičnim problemima, završilo 15 mjeseci tečaj u nuklearnoj pomorskoj školi, koja je osnovana od poduzeća »Babcock & Wilcox« koj je izgradilo reaktor. Svjedodžbu strojarskom osoblju izdala je komisija za atomsku energiju nakon obavljenih usmenih i pismenih ispita.

— »plaće posade«. Stručno osoblje posada mora imati veće kvalifikacije, pa prema tome i veće osobne dohotke. Isto tako stručno osoblje u poduzećima, koje rukovodi nuklearnim brodom u svom sastavu mora imati stručnjake, specijaliste čiji su osobni dohoci veći. Brodska posada je ovdje brojnija, računa se za 5 ljudi (3 inženjera po jedan u svakoj smjeni dnevno, 1 inženjer elektrotehnike i 1 liječnik) pa sve ovo utječe da su plaće posade veće kod nuklearnog broda u odnosu na konvencionalni.

— »troškovi osiguranja broda«. U slučaju »Savannah« osiguranje broda za vrijeme gradnje, osiguranje broda u eksploataciji i odgovornost za štete prema trećima bilo je pokriveno od strane Vlade SAD. Osiguranje nuklearnog broda za štetu nanесenu trećima u slučaju nuklearne nesreće prema »njemačkom nuklearnom zakonu« pokriva država za iznos koji prelazi DM 500 milijuna. S policom osiguranja pokrivena je odgovornost brodarka i drugih osoba koje rade na planiranju, operativu, održavanju i popravku.

— »troškovi održavanja«. Ocijenjeno je da su i ovi troškovi veći. U te troškove spada nabavka inventara, rezervnih dijelova, materijala za popravke i održavanje, redovita dokovanja i reklasifikacija broda.

— »troškovi dobijanja dozvola za pristajanje u lukama«. Ovi se troškovi kod nuklearnih brodova pojavljuju redovito i godišnje tj. da bi brodovi nesmetano mogli pristati u razne luke svijeta moraju prije dobiti pismenu dozvolu slobode kretanja.

ZAKLJUČCI:

Prirodno je da su troškovi stručnog obrazovanja kadra i plaće posade veće s obzirom da kva-

litet kadra zahtijeva visoko stručne kvalifikacije određenog stručnog osoblja na brodu kao i stručnjaka u tehničkom odjelu koji rukovodi održavanjem broda. Smatramo da bi i ostali članovi posade trebali imati veće plaće od onih na konvencionalnim brodovima a što će i oni sami zahtijevati radi rizika izlaganju radijaciji. Veći broj posade kod nuklearnog broda neće se smanjivati i razlika povećanih plaća ne može se kompenzirati većom automatizacijom broda, jer se ova sve više uvodi i kod konvencionalnih brodova.

Problem osiguranja odgovarajućih stručnih kadrova postoji i vjerojatno bi se trebao pronaći pravi sistem njegovog školovanja. Zadnjih godina postoji kod nas manjak pomorskog časničkog kadra (zbog odlaska na strane brodove ili traženje zaposlenja na kraju i nastavak školovanja na raznim fakultetima), pa će ovaj problem biti prisutan i kod nuklearnih brodova što može izazvati neprilike i dodatne troškove ukoliko se ne osigura dovoljno stručnog kadra uz takve osobne dohotke, koji će dobro stimulirati posadu da ostane u ovom zvanju na brodu.

Troškovi osiguranja broda su veći, jer je i vrijednost broda veća, a i osiguranje odgovornosti prema trećima je veće, jer naknade za pretrpljenu štetu mogu biti jako velike. Dok su u dosadašnjim slučajevima izgrađenih nuklearnih brodova ovi troškovi bili na teret države koja je sagradila brod u slučaju vlasnosti brodarskog poduzeća ovi bi troškovi znatno utjecali na povećanje troškova broda. Pitanje premija osiguranja još nije ni riješeno.

Organizacija brodarskog poduzeća morala bi biti na velikoj visini, posebno što se tiče stručnih službi, da bi razlika povećanih troškova održavanja u odnosu na ove troškove kod konvencionalnih brodova bila što manja. Međutim, ona će uvijek biti kod nuklearnog broda veća zbog većih mjera zaštite protiv radioaktivnosti.

Iako ćemo nešto više kasnije reći o dobijanju dozvola za pristajanja u lukama, spomenimo samo ovdje da ovi troškovi postoje i da će postojati dosta dugo vremena, te da obavljanje ovog posla treba biti povjereno posebnoj službi u poduzeću, koja će se baviti praćenjem i rješavanjem ovog pitanja.

4. 3. PITANJE SIGURNOSTI

Tehnička izvedivost nuklearnog postrojenja dokazana je ne samo na ratnim brodovima, već i na »Savannahu« i »Otto Hahn«, jer je svaki od njih prošao pola milijuna nautičkih milja. Nuklearno postrojenje na ovim brodovima korišteno je ne samo na moru već i u lukama. Manevarske sposobnosti kod »Otto Hahn« pokazale su izvanredne rezultate. Korištenje nuklearnog postrojenja na moru kod oba broda bilo je iznad 99%, što znači da ukoliko je došlo do nekih smetnji nije bilo potrebno da se postrojenje duže zaustavi prije nego što se stigne u luku.

Sigurnost je faktor koji se uvijek spominje kada se govori o nuklearnom postrojenju iako je

na ova dva broda dokazano da je bilo u granicama dozvoljenog i za ljude i za život u moru. U mjestima gdje je boravio »OTTO HAHN« bilo je samo 6% od dozvoljene granice radiaktivnosti. U stroju i prostorijama reaktora bilo je 15 do 20%, a ispušt radiaktivnih otpadaka ispod 12% od dozvoljenog. Američka je mornarica također vršila ispitivanja radiaktivnosti u lukama gdje su pristajali ratni brodovi, te se pokazalo da nije bilo povećanja radiaktivnosti. Kod potonulih nuklearnih podmornica »Thresher« (1963. g.) i »Scorpion« (1968. g.) na oko 10.000 noga dubine nije bilo zagađenja okoliše, a radioaktivnost je bila veoma niska. Radioaktivnost je mjerena uzimanjem uzoraka mora, taloga s dna mora i krhotina nađenih na tom području, a laboratorijske analize bile su povjerene najboljim stručnjacima.

ZAKLJUČCI:

Iskustvo je pokazalo kod ovih brodova, uključivši i ratne brodove, da sigurnost nije bila dovedena u pitanje. Međutim, i »Savannah« i »Otto Hahn« bili su sagrađeni u svrhe ispitivanja ponašanja nuklearnog postrojenja, pa je ponašanje ovih brodova uključivši i rad reaktora bilo redovito i temeljito nadzirano od najpriznatijih stručnjaka u svijetu. Ne potcjenjujemo, ali nemožemo vjerovati u iste rezultate u koliko bi nuklearni pogon našao širu primjenu u trgovačkoj mornarici i uz posadu čije znanje ne može dostići znanje najpriznatijih stručnjaka.

Pokazalo se međutim, da je ipak dolazilo do kvarova na turbinama, štete na termozaštiti, grešaka u zavarivanju ili upotrebe lošeg bazičnog materijala u izgradnji reaktora, kvarova na sisalj-kama u cirkulacionom sistemu itd. Za spriječavanje toga postoji jedino rješenje u boljoj kvaliteti proizvodnje i veoma čestim i temeljitim kontrolama. Bilo koji događaj koji bi prouzrokovao radijaciju, bez obzira koliko opasna, bio bi jako neugodan, jer bi na njega reagirao veliki dio javnosti, a da i ne govorimo ukoliko bi radijacijom došlo do gubitaka ljudskih života.

U čitavom svijetu, kada govorimo o ekološkim problemima imamo dosta ljudi koji sa zabrinutošću gledaju na moguću opasnost od nuklearne kontaminacije, i u slučaju da nešto pođe loše izazvao bi se veliki revolt javnosti. S druge strane psihološki učinak na putnike i posadu još nije dovoljno razmotren, pa se ne znaju njegove posljedice.

Na moru će uvijek biti neizbježna kao što su: potonuće, nasukanje, sudar, požar i eksplozija i teško je za pretpostaviti da svi ovi događaji ne mogu prouzrokovati radijaciju. I jedan bi slučaj bio dosta da se izazove revolt javnosti.

4. 4. DUŽA IZGRADNJA

Izgradnja nuklearnog broda traje duže od konvencionalnog.

Postavljanje kobilice za »Savannah« bilo je 22. 5. 1958. godine, a pokusne vožnje 20. 8. 1962.

godine, što znači da je izgradnja trajala preko 4 godine.

Za »Mutsu« postavljena je kobilica studenog, 1968. godine, a pokusne vožnje izvršne su u prvoj polovici 1972. godine, oko 3. 1/2 godine.

Izgradnja jednog konvencionalnog broda iste veličine traje 9/12 mjeseci.

ZAKLJUČCI:

Duža izgradnja nuklearnog broda utječe na cijenu broda, a brodar dobijajući kasnije brod, kasnije ga može koristiti, pa gubi mogućnost ranije zarade.

5. NERIJEŠENA PITANJA

Među neriješenim pitanjima najvažnija su sklapanja bilateralnih ugovora radi uplovljenja nuklearnih brodova u teritorijalne vode i luke stranih zemalja i stupanje na snagu konvencije o odgovornosti operatera nuklearnih brodova.

5. 1. BILATERALNI UGOVORI

Priobalne države mogu, prema »konvenciji i statutu o međunarodnom režimu morskih luka, Ženeva, 1923.«, postaviti svoje zahtjeve za ispunjenje određenih uvjeta prije nego što dozvole da nuklearni brodovi koriste njihove teritorijalne vode i luke. Ti se uvjeti tiču zaštite od izvjesnih rizika u vezi nuklearnog broda, iako ovi brodovi udovoljavaju uvjetima SOLAS konvencije.⁶ koja objedinjava tehnička pravila i preporuke uz minimum zahtjeva kojima moraju udovoljiti svi brodovi da bi slobodno mogli pristajati u stranim lukama.

U nekim državama, aktivnim na nuklearnom području, već nekoliko godina postoje zakoni i propisi za izgradnju i operativno kretanje ovih brodova, ali ih veći dio država nema. U državama gdje postoje zakoni oni nijesu jedinstveni, tako da dolazi uvijek do poteškoća kada neki nuklearni brod treba da uplovi u teritorijalne vode ili luke, jer treba da ima specijalnu dozvolu za uplovljenje ili pristajanje.

Država kod koje je registriran nuklearni brod treba da izda uvjerenje o sigurnosti nuklearnog postrojenja. Za izdavanje ovog uvjerenja ne postoje jednoobrazne tehničke pretpostavke koje bi utvrdile kriterije za izdavanje ovih uvjerenja, već svaka država ima svoje standarde kojih se pridržava. Za sada svaka država mora Vladi zemlje koju namjerava posjetiti nuklearni brod dostaviti dokumentaciju o sigurnosti nuklearnog postrojenja zbog ocjene tehničke sigurnosti broda. Država koja prima nuklearni brod utvrđuje da li je brod građen u skladu sa SOLAS konvencijom na temelju uvida u dokumentaciju o sigurnosti nuklearnog postrojenja, utvrđuje valjanost ostalih brodskih svjedodžbi i na osnovu toga potpisuje bilateralni ugovor. Tako je vlada SAD, da omogući »Savannah« posjećivanje što više luka potpisala bilateralne ugovore sa vladama svih zemalja čije je luke »Savannah« namjeravao posjetiti i preuzela obvezu naknaditi

sve nuklearne štete koje bi »Savannah« mogao proizročiti do visine od \$ 500 milijuna.

Pretpostavlja se, da država koja dozvoli uplovljenje nuklearnog broda treba poduzeti zaštitne mjere za vrijeme boravka nuklearnog broda na taj način da na dolasku provjeri izvještaj o stanju reaktora, kvalifikaciji zapovjednika i časničkog osoblja i izvrši kontrolu broda, a za vrijeme zadržavanja broda trebala bi vršiti kontrolu radijacije oko broda i u skladištima na početku svake trgovačke operacije zbog sigurnosti lučkih radnika u okviru donesenog operativnog plana, imajući i plan akcije za slučaj nezgoda.

ZAKLJUČCI:

Za sada su bilateralni ugovori između države u kojoj je registriran nuklearni brod i države domaćina jedino rješenje da se dobije specijalna dozvola za uplovljenje broda u strane teritorijalne vode ili pristajanje u strane luke. Dobijanje ovih dozvola, ukoliko bi se jednog dana i pojavili privatni vlasnici nuklearnih brodova, trebalo bi da i dalje ostane briga države kod koje je brod registriran, jer ne vidimo mogućnost drugog rješenja. Postupak dobijanja dozvola i na nivou vlada još je dugačak postupak koji bi trebalo pojednostaviti.

Radi upoznavanja iznijet ćemo ukratko postupak koji je obavljen između vlada SAD i SFRJ da se dozvoli »Savannahu« uplovljenje u naše luke. Vlada SAD je preko svoje ambasade u SFRJ zatražila dozvolu uz dostavljanje dokumentacije o sigurnosti nuklearnog postrojenja i obvezu za naknadu štete. Ovaj zahtjev je državni sekretarijat za vanjske poslove proslijedio Državnom sekretarijatu za saobraćaj i veze, koji je tražio mišljenje savezne komisije za nuklearnu energiju. Ekspertizu je proveo Institut za nuklearne znanosti »Boris Kidrič« u Vinči. Dana je suglasnost uz uvjet da nadležni organ odobri operativni plan boravka i kretanja broda u luci Rijeka i da se donese plan akcije za slučaj nezgode i njegova organizacija uz preporuke o vršenju kontrole radijacije okoline broda, kontrole kontaminacije tereta, radne snage i ostalih koji su u kontaktu sa brodom. Na osnovu ovog stava savezni sekretarijat za saobraćaj i veze donio je rješenje o odobrenju pristajanja brodu.

Problemi oko dobijanja dozvola u odnosu na zakone zemalja domaćina mogu uvijek nastati, jer su zakoni o pojedinim zemljama različiti, dosta složeni, a postupci dugi i ponekad neelastični, tako da ih nije u stanju niti jedan brodar sam voditi.

Za »Otto Hahn-a« je Zapadna Njemačka potpisala ugovore sa Argentinom, Brazilom, Liberijom, Holandijom i Portugalom što joj je oduzelo mnogo vremena (zamislimo koliko bi onda trebao brodar!). Radi ubrzanja ovog postupka većina zemalja smatra da bi se trebalo dogovoriti i usaglasiti da zahtjevi kojim se traže dozvole budu jednoobrazni, jer bi ovakav postupak bio nemoguć uz veliku flotu nuklearnih brodova u svijetu. Možda vidimo izlaz u tome da dokumentacija o sigurnosti nuklearnog broda bude na brodu i bude automat-

ski priznata za valjanu od svih zemalja prilikom uplovljenja broda u njihove luke. Ovim bi se riješio i problem prisilnog pristajanja broda u neku luku kao npr. zbog oboljelog člana posade radi bolničkog liječnja.

Način izdavanja dozvola proučava veći broj međunarodnih organizacija kao i problem izdavanja garancije za naknadu štete, pitanje od koga može biti izdana da bi bila priznata u drugim zemljama, te kako da postupak naknade bude brz, zahtjev uvjerljiv, utvrđivanje visine štete odgovarajuće, a isplata što efikasnija.

Do sada je u slučajevima izgrađenih nuklearnih brodova garanciju davala država gdje je brod bio registriran bez nekih dogovora o utvrđivanju gore navedenih pitanja, jer osiguravajuća društva, nemajući toliko kapitala, nijesu u stanju da dadu garanciju za naknadu štete u ovako velikim iznosima.

Ova dva pitanja tj. pitanje dobijanja dozvola i pitanje garancije za naknadu štete ne može riješiti privatni brodar ili radna organizacija svojom administracijom i teško stečenim finansijskim sredstvima. Jedino rješene nalazimo u pomoći državne administracije i u izdavanju garancije od strane države.

5. 2. BRISELSKA KONVENCIJA

Najveća poteškoća za prolaz brodova kroz teritorijalne vode i uplovljenja u luke nastaje zbog pomanjkanja jedinstvenog zakona u pogledu odgovornosti za štetu koji bi bio prihvaćen od strane priobalnih država.

O ovom problemu se već više puta raspravljalo i on je nakon više od 10 godina rasprava još neriješen. U 1962. godini većina pomorskih zemalja sastala se u Briselu i potpisala »konvenciju odgovornosti operatora nuklearnih brodova«. ⁷ Ova tako zvana »Briselska konvencija« nije još stupila na snagu, jer je treba potpisati najmanje jedna država koja je izgradila nuklearni brod. Očekuje se uskoro potpis Zapadne Njemačke čime bi stupila na snagu; međutim, konvencija bi bila obvezna samo za države potpisnice. Glavni razlog što je SSSR i SAD neće do potpišu je taj što se ona odnosi na sve nuklearne brodove (trgovačke i ratne) pa ove zemlje, pošto imaju ratne brodove, neće da je ratificiraju, jer se njome pored ostalog regulira da pomorske zemlje imaju pravo pregleda i ratnih nuklearnih brodova kada ulaze u njihove luke ili plove njihovim vodama.

Po ovoj konvenciji potpuna je i isključiva odgovornost operatora nuklearnog broda s veoma malom mogućnošću zaštite (žalbe). On odgovara za svaku nuklearnu štetu uz dokaz da je ona prouzrokovana nuklearnim gorivom, ili radijacijom, ili proizvodnim ispuštima. Ne odgovara jedino ako dokaže da je nuklearna šteta nastala potpuno ili djelomično iz čina ili propusta učinjenog namjerno od strane osobe koja je pretrpjela štetu u kojem ga slučaju sud može potpuno ili djelomično osloboditi odgovornosti (čl. 2). Također ne odgovara

ako je šteta nastala u ratu, neprijateljstvima, građanskom ratu ili buni (čl. 8). Pravo žalbe ima samo u slučajevima ako je šteta nastala namjernim činom druge osobe, ako je nastala kao posljedica dizanja potonulog broda bez ovlaštenja operatora ili države kod koje je brod registriran ili države u kojim vodama se potonuli brod nalazi, te u slučajevima izričito navedenim u bilateralnim ugovorima.

Odgovornost operatora ograničena je po brodu na maksimum 1.500 milijuna franka, (na bazi vrijednosti zlata), što je tada bilo (1962. g.) 110 milijuna američkih dolara. Pokriće ovog iznosa može da bude djelomično od osiguravajućeg društva s time da razlika treba da bude pokrivena državnom garancijom.

ZAKLJUČCI:

Od 1962. godine pa do danas konvencija nije još ratificirana. Činjenica je da se na diplomatskom i političkom nivou ne poduzima ništa, da se ne zauzimaju konkretni stavovi i da se koristeći međunarodne organizacije IMCO⁸ i SOLAS preispituje tekst konvencije da bi ona bila ratificirana i prihvaćena od strane što više zemalja. Na taj način bi bio napravljen bar jedan dio posla, jer bi bilo riješeno pitanje odgovornosti vlasnika nuklearnih brodova za naknadu štete trećima između što više zemalja potpisnica. Za sada se ovo rješava bilateralnim ugovorima i svi su izgledi da će se još dugo njima zemlje morati koristiti.

5. 3. OSTALA NERIJEŠENA PITANJA

Postoje i mnoga ostala pitanja koja za sada ostaju neriješena i negativno utječu na donošenje odluke o izgradnji nuklearnih brodova.

ZAKLJUČCI:

— **Nemogućnost izgradnje nuklearnog broda.** Sva brodogradilišta u svijetu nude svoje usluge za izgradnju određenih tipova konvencionalnih brodova prema svojoj užoj specijalizaciji i mogućnostima. Oni nude svoje usluge na temelju pismenih ponuda iz već navedenih razloga, usljed čega se nacrte. Ugovori o izgradnji potpisuju se nakon detaljno obavljenih razgovora gdje se utvrđuju točno sve pojedinosti o brodu, cijeni i vremenu isporuke. Za izgradnju nuklearnih brodova nema ponuda iz već navedenih razloga, usljed čega se brodogradnja i ustručava da ulaže dodatna finansijska sredstva u dogovarajuću opremu.

— **Tehnička neopremljenost brodogradilišta.** Nema brodogradilišta za sada koje bi prihvatilo izgradnju trgovačkog nuklearnog broda, jer nijesu pripremljena ni tehnički opremljena. Isto tako niti jedno brodogradilište ne bi ulagalo u svoju tehničku opremljenost velika finansijska sredstva radi izgradnje jednog ili dva nuklearna broda, jer nema ekonomske računice. To bi se moglo tek očekivati ukoliko bi došlo do stalne izgradnje nuklearnih brodova. Jer za izgradnju ovih brodova

potrebni su dodatni i veoma skupi objekti, postrojenja i uređaji.

— **Ograničena mogućnost popravaka.** Ukoliko bi nuklearni brod pretrpio neku štetu nije u mogućnosti da bira brodogradilište gdje će izvršiti prava. Konvencionalni brod bi izvršio taj posao izvrši popravak, traži ponude najbližih brodogradilišta pa odabere najpovoljniju ovisno o mjestu, cijeni i dužini popravka. U slučaju nuklearnog broda trebalo bi birati brodogradilište među onima koji ga po svojoj opremljenosti mogu primiti, a to bi bio veoma ograničen izbor, tako da bi mjesto, cijena i dužina popravka, dakle ekonomska strana imala sekundarno značenje, jer bi u prvom redu izbor popravka zavisio o mogućnostima. Zamislimo da je nuklearni brod pretrpio havariju negdje na Dalekom Istoku i da mora da izvrši popravak. Konvencionalni brod bi izvršio taj popravak negdje u Japanu, gdje postoji mogućnost popravka u nekoliko japanskih brodogradilišta, a nuklearni brod ne bi to mogao u Japanu, jer ova zemlja ne dozvoljava uplovljenje nuklearnim brodovima.

— **Osiguranje broda.** Osiguravajuća društva pokazuju spremnost pokrića osiguranja, međutim smatraju da ono ovisi o nizu faktora kao o tipu broda, njegovoj namjeni, nacionalnosti vlasnika, državi gdje je registriran, o kvalifikacijama posade, klasifikacionom društvu, mogućnostima popravka, prirodi tereta kojeg će prevoziti, o mogućnostima dobijanja dozvole za pristajanje u stranim lukama, o mogućnostima korištenja luka pribežišta itd.

— **Propisi klasifikacionih društava.** Propisi klasifikacionih društava imaju velikog utjecaja na izgradnju nuklearnog postrojenja uključivši tu i zahtjeve za preglede brodske konstrukcije i stroja za vrijeme vijeka trajanja broda, pa se oni moraju i dalje usavršavati. Sva vodeća klasifikaciona društva imaju svoja pravila o izgradnji nuklearnih brodova, međutim kada ih se uspoređi proturiječja postoje, pa bi trebalo da ih se usaglasi putem međunarodnog udruživanja.

Iako je rano za sada govoriti, ali spomenimo i to da se postavlja pitanje koja bi prodajna cijena nuklearnog broda bila nakon njegovog vijeka trajanja ili koliki bi bili troškovi da se on stavi van eksploatacije. Troškovi bi mogli biti visoki imajući u vidu da se treba riješiti sadržine visoke radijacije. Što se tiče prodaje na kraju vijeka trajanja za pretpostaviti je da će tada postojati svjetsko tržište prodaje polovnih brodova, ali postoje i neka nagađanja da bi se nuklearni pogon mogao upotrijebiti kao pokretni električni generator. Ipak treba razborito promisliti što raditi s brodom i pogonom na kraju njegovog života.

REZIME

Iz ovog napisa je vidljivo da ima dosta neriješenih pitanja i problema u vezi izgradnje nukle-

arnih brodova. Nećemo navodati one probleme koji su manje važnosti, već samo one najglavnije zbog kojih ne bi ulazili u izgradnju i kada bi imali dovoljno novčanih sredstava.

1.) »Savannah«, »OTTO HAHN« i »MUTSU« izgrađeni su radi proučavanja ponašanja nuklearnog postrojenja sa ciljem da se utvrde i dokažu mogućnosti njihove primjene za brodski pogon. Svi su brodovi bili izgrađeni u istraživačke svrhe, a niti jedan isključivo zbog komercijalnih razloga. Inicijativa za izgradnju je bila u svim slučajevima od države i svi su bili veoma skupe investicije, jer je pored same gradnje trebalo uložiti dosta sredstava za troškove istraživačkog programa prije nego se prišlo njihovoj izgradnji. Svrha izgradnje je bila da se dokaže da se nuklearna energija može koristiti u svrhe mira i da koristi čovječanstvu, te da se javnost uvjeri u njihovu pouzdanost i sigurnost, da se posjeti što više luka dokazujući time da ovi brodovi mogu slobodno saobraćati kao i konvencionalni brodovi. Međutim **niti jedan brod nije se pokazao ekonomski opravdan** i njihovi rezultati obeshrabruju.

2.) Do sada nije izgrađen niti jedan brod koji se isključivo koristio u komercijalne svrhe, da bi se ocijenilo da li je njegova izgradnja ekonomski opravdana, jer je **rizično njegovo zaposlenje.**

3.) Ranije pravljene analize su pokazale da bi ekonomski bila opravdana izgradnja VLCC i ULCC, te izgradnja velikih kontenerskih brodova i brodova za rasute terete. Zadnje analize pokazuju da je sadašnje depresivno tržište baš ovim brodovima toliko zasićeno da je veliki dio ove tonaže vezan, a s obzirom na veliki broj naručenih brodova ove veličine smatramo da bi graditi nuklearni brod sada u ovim uvjetima tržišta bio potpuni promašaj, jer **ne bi mogao dati povoljne rezultate bar za slijedećih 10 godina.** Zato danas i ne postoji mogućnost izgradnje trgovačkog nuklearnog broda, jer imajući u vidu tržište brodskog prostora, brodogradilišta ne žele da ulažu sredstva u opremu za izgradnju nuklearnih brodova, za koje brodari ne pokazuju interes.

4.) Kod izgradnje ovih brodova najveća je pažnja najpriznatijih stručnjaka bila posvećena tehničkim rješavanjima sigurnosti, posebno reaktora, da bi se spriječila radijacija. **Ne možemo vjerovati u iste rezultate sigurnosti ukoliko bi jednom došlo do izgradnje flote nuklearnih brodova.**

5. **Svaka nezgoda** (potonuće, nasukanje, sudar, požar, eksplozija) koja bi prouzrokovala radijaciju bez obzira koliko bila opasna **izazvala bi revolt većeg dijela javnosti, a da i ne govorimo ukoliko bi uslijed radijacije došlo do gubitka ljudskih života.**

6.) Poteškoće kojima je bio izložen japanski nuklearni brod »Mutsu« zbog zadržavanja u lukama Japana daju naslutiti da **Japan neće dozvoljavati ni pristajanje stranim nuklearnim brodovima.** Naglasimo da je Japan najvažnije područje Dalekog Istoka za zaposlenja trgovačkih brodova.

7.) Pitanje dobijanja dozvola i pitanje garancije za naknadu štete ne može riješiti brodar ili radna organizacija teško stečenim finansijskim sredstvima. To bi trebalo da ostane briga države. Prije nego što se uđe u izgradnju nuklearnih brodova u komercijalne svrhe treba **riješiti pitanje njihovog slobodnog kretanja u svim pomorskim zemljama** jednim međunarodnim sporazumom.

8.) **Briselska konvencija** nije još stupila na snagu. **Treba preispitati tekst da konačno bude prihvaćena od što više zemalja i ratificirana. Odgovornost za štetu trećima trebala bi da preuzme država**, jer investiranje u nuklearne brodove za sada bi mogao biti interes samo države kao pomorske zemlje u cilju prestiža u svijetu. Možda bi se odgovornost za štetu mogla ublažiti, kao što je to tankerska tonaža riješila, da zemlje zainteresirane za izgradnju nuklearnih brodova na međunarodnom nivou prihvate uplaćivanje doprinosa, koji bi se sakupljao u »nuklearni osiguravajući fond« iz kojeg bi se dio štete iznad utvrđene visine mogao naknaditi.

9. **Snabdijevanje gorivom** (izmjena jezgre) bilo bi moguće u ograničenom broju mjesta u svijetu što **bi značilo velike dodatne troškove** ukoliko bi do odredišta bilo potrebno duže balastirati ili pak kad bi se i našla mogućnost da se to obavi na nekom drugom mjestu trebalo bi osigurati transport i stručnjake na vrijeme **a što u ovom momentu ne bi išlo bez problema.**

10. **Ograničena mogućnost popravaka** na brodogradilišta koja su u mogućnosti da te popravke vrše.

Mišljenja smo da se nuklearna energija kao rezultat ratnih potreba i ogromnih napora pojavila u brodarstvu prije stvarne potrebe za njom. Čim nuklearni pogon postane neodložna potreba čovječanstva vrlo će brzo sebi prokčiti put i u trgovačkoj mornarici, pa će doba nafte proći kao što je prošlo i doba ugljena. Kada će se to dogoditi teško je za sada reći, jer razvoj zavisi od niza faktora koji se ne mogu predvidjeti.

L I T E R A T U R A :

ECONOMIC AND REGULATORY PROBLEMS NEED RESOLVING

Prof. Jack Edwards, Department of Nuclear Science and Technology Loyd's List, 29. 3. 76. — strana 4.

NUCLEAR POWER: IS IT REALLY COST EFFECTIVE?
Marine Engineering Log — kolovoz 73. — strana 29—31.

NUCLEAR CONTAINERSHIP PLAN SHELVED
Marine Week, travanj 11, 1975. Vol. 2. broj 15.

NUCLEAR PROPULSION AND THE ENERGY CRISIS
Fairplay International Shipping Weekly,
25. 7. 74 — strana 8.

UNITED STATES MARINE NUCLEAR POWER

Fairplay International Shipping Weekly,
15. 9. 74. — strana 7.

ATOMIC PROPULSION

Fairplay International Shipping Journal,
6. 6. 68. — strana 27.

NUCLEAR SHIP SYMPOSIUM

Fairplay International Shipping Weekly,
27. 7. 72. — strana 6 i 7.

NUCLEAR POWER FOR SHIPS

Fairplay International Shipping Journal,
10. 1. 74. — strana 5.

NUCLEAR PROPULSION NOW AND THE FUTURE

Fairplay International Shipping Weekly,
9. 1. 75. — strana 123/125.

NUCLEAR PROPULSION OF SHIPS

Dieter Ulken, predavanje na zasjedanju BIMCO,
lipnja 75. u Helsinku.

CONVENTION ON THE LIABILITY OF OPERATORS OF NUCLEAR SHIPS, 25. 2. 62. Brisel.

CCONTROLS ARE AN ABSOLUTE NECESSITY FOR THE SAFETY OF NUCLEAR POWER PLANTS

J. C. Adeau, Chief of Nuclear Department, Bureau Veritas
Bulletin Tecniique du B. Veritas, Svibanj 70. — strana 75.

PROPULSION ALTERNATIVES

Vassilopoulos — Money and Ships, 1974,
Seatrade Publication — strana 51/59.

NUCLEAR OPTIMISM

Fairplay International Shipping Journal,
15. 10. 70. — strana 8/9.

NUCLEAR SHIP CHARTERED FOR GRAIN

Fairplay International Shipping Journal,
1. 7. 71. — strana 27.

THE NUCLEAR SHIP

Fairplay International Shipping Journal,
22. 10. 74. — strana 7.

AN ATOM OF TRUTH

Fairplay International Shipping Journal,
12. 6. 75. — strana 3.

NUCLEAR ICEBREAKER PERFORMANCE

Fairplay International Shipping Journal,
17. 12. 64. — strana 29.

EKONOMIKA NUKLEARNIH BRODOVA

Dr Branko Kojić — Pomorski zbornik — svezak 8.