

Janez Dular, dipl.inž.
 Ivan Hedvedec, dipl.pec.
 Ante Fabijančić, dipl.inž.

NUKLEARNA ELEKTRANA KRŠKO
 68270 Krško, Vrbina 12

ISKUSTVA RELEVANTNA ZA IZGRADNJU SERIJE NUKLEARNIH
 ELEKTRANA U JUGOSLAVIJI, STEČENA IZGRADNjom, PUŠTANJEM
 U POGON I DOSADAŠNjim POGONOM NE KRŠKO

EXPERIENCES RELEVANT TO SERIES OF NUCLEAR POWER PLANTS
 CONSTRUCTION IN YUGOSLAVIA GAINED DURING THE NPP KRŠKO
 CONSTRUCTION, START-UP AND OPERATION

SADRŽAJ - U okviru ovog referata izneseni su podaci i analize u vezi iskustava sa pripreme izgradnje, izgradnje i puštanja u pogon NE Krško za koje smatramo da su značajni u smislu korištenja za pripremu i izgradnju serije nuklearnih elektrana u Jugoslaviji. U referatu su obuhvaćena iskustva sa područja pripreme izgradnje i ugovaranja elektrane, utvrđivanja međusobnih odnosa dvaju investitora, financiranja, nuklearne regulative, poslovnog organiziranja te školovanja i osposobljavanja kadrova.

ABSTRACT - Subject of this paper are data and analyses elaborated in connection with NPP Krško project preparation and construction and plant start-up. These data and analyses, selected to be the subject of this paper, are from our view-point considered to be of significant value in future nuclear project planning and implementation programmed in Yugoslavia. They refer to project preparation activities, contracting, establishing of mutual relationship between two investors, project financing, nuclear legislation and regulations, project organization and personnel training and qualification.

I UVOD

Izgradnja naše prve nuklearne elektrane izazvala je niz poteškoća investitorima i ostalim sudionicima pripreme izgradnje, izgradnje i puštanja u pogon NE Krško. Izvor tih poteškoća bio je, s jedne strane, u pomanjkanju iskustava domaćih sudionika na izgradnji ovako kompleksnog energetskog objekta, nepostojanju zakonodavne i normativne regulative za izgradnju nuklearnih postrojenja u našoj zemlji, kratkim ugovorenim rokovima i nizom problema koji su iz toga proizašli, potrebi interpretacije i usvajanja inozemnog projekta i druge dokumentacije u odnosu na terminologiju, tehničku praksu, propise te sistem osiguranja i kontrole kvaliteta, a sa druge strane, nepoznavanju naših općih propisa i prakse u izgradnji investicijskih objekata od strane Westinghousea.

Obzirom da je u Jugoslaviji već zacrtan jedinstveni nuklearni program, kojim je predviđena izgradnja serije nuklearnih elektrana i drugih pratećih postrojenja te da je pokrenuta priprema za njegovu realizaciju, razumno je da se izvrši cjelovita analiza pozitivnih i negativnih iskustava sa pripreme i izgradnje te pogona

NE Krško, sve u cilju izbjegavanja odnosno smanjenja poteškoća u budućoj izgradnji i pogonu nuklearnih elektrana.

U nastavku ukratko iznosimo samo dio naših iskustava koja su, prema našem mišljenju, posebno značajna u ovom trenutku i zahtijevaju širu stručnu i društvenu verifikaciju.

II NEKA ISKUSTVA NE KRŠKO RELEVANTNA ZA IZGRADNJU NUKLEARNIH ELEKTRANA U JUGOSLAVIJI

1. OPĆI PODACI O NE KRŠKO

Historijat pripreme izgradnje i utvrđivanje međusobnih odnosa osnivača i NE Krško

Izgradnja NE Krško i druge zajedničke nuklearne elektrane inicirana je 1970. sporazumom Izvršnih vijeća SR Hrvatske i SR Slovenije. Sporazum Izvršnih vijeća potvrdili su Sabor SR Hrvatske i Skupštin: SR Slovenije.

Slijedom tog sporazuma elektroprivrede iz obje republike, u svrhu pripreme izgradnje, izgradnje i pogona NE Krško, regularale su međusobne odnose, prava i obaveze odgovarajućim ugovorima (Ugovor o pripremi izgradnje NE Krško - april 1971. i Ugovor o udruživanju sredstava radi zajedničke izgradnje i eksploatacije NE Krško-mart 1974.) te Samoupravnim sporazumom o uređenju međusobnih prava i obaveza Osnivača i NE Krško - april 1982.

Ugovaranje NE Krško

U aprilu 1971. objavljen je poziv investitora kojim su zatražene ponude za izgradnju NE Krško. Raspisni materijal je definirao zahtjeve Investitora u pogledu tehničkih karakteristika i komercijalnih uvjeta ponuda. Nakon uskladjanja tehničko-komercijalnih uvjeta svih ponudjača, objavljen je u aprilu 1972. zahtjev za dostavu finansijskih uvjeta ponuda.

Vrednovanje ponuda izvršila je Radna grupa Investitora u suradnji s oko 50 eminentnih stručnjaka i specijalista iz industrije i instituta i fakulteta i stručnjaka vanjako-trgovinskog poslovanja. Na osnovi tehničkog, komercijalnog i finansijskog vrednovanja ponuda, 10.11.1973. izvršen je izbor Westinghousea kao glavnog isporučio-ca za isporuku NE Krško instalirane snage 664 MW i neto izlazne snage 632 MW sa PWR tipom reaktora (potpisom predugovora -LOI).

Ugovor sa Westinghouseom stupio je na snagu u novembru 1974. nakon zaključenja ugovora s inozemnim bankama za financiranje izgradnje NE Krško.

Izgradnja i puštanje u pogon NE Krško

Izgradnja NE Krško praktički je započela u januaru 1975, a radovi izgradnje objekata i sistema, koji su tehnološki u funkciji proizvodnje električne energije, dovršeni su početkom 1981. U razdoblju 1981.-1982. uspješno su izvršena ispitivanja kojima je provjerena kvaliteta opreme i sistema te funkcionalnost i sigurnost pogona cjelokupnog postrojenja. Također, mjerenjima je dokazano da postrojenje postiže projektom predviđene parametre snage i toplinskog potroška.

Probni pogon i desetaćinji pogon NE Krško

U oktobru 1981. izvršena je prva sinhronizacija na mrežu i od tada NE Krško proizvodi električnu energiju s tim da je od augusta 1982. elektrana u pogonu na punoj snazi. Od oktobra 1981. u toku probnog pogona i pogona na punoj snazi, NE Krško je zaključno sa martom 1984. isporučila ukupno 7,0 milijardi kWh električne energije, od čega je po 50 % preuzela svaka republika.

2. IZGRADNJA PO SISTEMU KLJUČ U RUKE

Westinghouse je preuzeo obavezu da će po principu ključ u ruke isporučiti elektranu Investitoru, što znači da će kao glavni izvođač izraditi glavni projekt, naručiti i isporučiti opremu i materijal, ugovoriti i odgovarati za izvođenje građevinskih i montažnih radova i ispitivanja te predati elektranu Investitoru u ugovorenom roku i u granicama garantirane kvalitete i performanci.

Iskustva Investitora u svijetu, a isto tako iskustva stečena izgradnjom NE Krško, ukazuju da izgradnja po sistemu ključ u ruke, s jedne strane povećava ukupnu cijenu glavnog isporučioaca zbog stvarno povećanih troškova koje zahtijeva obavljanje koordinacije nad izvođenjem radova i usluga svih učesnika izgradnje te zbog fiktivno povećanih troškova za pokrivanje rizika koji proizlaze iz preuzetih obaveza po garancijama, a sa druge strane onemogućava Investitoru da na osnovi prethodne procjene domaćih proizvodnih, projektantskih i naučnih kapaciteta samostalno utvrđuje obim domaćeg učešća i usmjerava prijenos znanja i tehnologije.

3. IZVODJENJE RADOVA U ODNOSU NA PROJEKTIRANJE

Gradnja NE Krško koncipirana je tako da se projektiranje vrši u toku gradnje, što je inače uobičajena praksa i u svijetu na gradnji nuklearnih elektrana. Međutim, tu se pretpostavlja najmanje 12 do 18 mjeseci prethodjenje projektiranja radovima, što nije ostvareno na izgradnji NE Krško.

Osnovna svrha predgovora (Letter of Intent), potpisanog u novembru 1975, bila je da se Westinghouseu omogući da započne projektiranje NE Krško kako bi mogao ući u izvođenje radova s dovršenom prvom fazom projekta. To bi omogućilo plansko postavljanje zadatka izvođačima radova i optimalnu organizaciju gradilišta, a Investitoru realnu procjenu sredstava za plaćanje radova i pratećih usluga. Westinghouse nije ostvario ta očekivanja, tako da je na primjer na gradilište stigao prvi izvedbeni nacrt par dana prije početka radova (iskopa građevinske jame). Sličan način gradjenja nastavljen je u narednom razdoblju, što praktički znači paralelno izvođenje radova s projektiranjem.

Pitanje koncepcije izgradnje odnosno izvođenja radova u odnosu na napredovanje projekta javit će se i kod buduće izgradnje nuklearnih elektrana (i kod aranžmana koji nisu ključ u ruke) pa će biti od izuzetne važnosti precizno utvrditi prethodjenje izrade projekta u odnosu na izvođenje radova.

4. TRAJANJE IZGRADNJE

Trajanje izgradnje, uključivo pripremu izgradnje NE Krško, iznosi približno 11 godina, od čega na pripremu otpada 3,5 godine, a na izgradnju i puštanje u pogon odnosno ispitivanje 7,5 godina. Iako je izgradnja trajala duže od ugovorom predviđene, uspoređujući NE Krško sa prosječnim trajanjem izgradnje drugih nuklearnih elektrana u svijetu, dokazano je da je u Jugoslaviji moguće graditi nuklearne elektrane sa trajanjem izgradnje u granicama svjetskih iskustava, s tim da se u zemljama koje imaju jedinstveni nuklearni program izgradnja realizira u kraćim rokovima, kao na primjer u Francuskoj. Skraćenje trajanja izgradnje u nas moguće je postupno postići izgradnjom serije nuklearnih elektrana istog tipa. Kod planiranja izgradnje budućih nuklearnih elektrana u Jugoslaviji treba imati u vidu objektivne mogućnosti postupnog skraćanja trajanja izgradnje, obzirom da taj program obuhvaća 6 nuklearnih elektrana. Zbog toga nije moguća direktna usporedba našeg programa sa programima nekih drugih zemalja, kao na primjer sa programom Francuske koji obuhvaća oko 60 elektrana.

5. TROŠKOVI IZGRADNJE I SPECIFIČNO INVESTICIJSKO ULAGANJE

Sveukupni troškovi izgradnje, uključivo eskalaciju i troškove kapitala za vrijeme izgradnje, iznose 24.039.046.000 dinara. Kad se ukupna ulaganja domaćih sredstava u iznosu 13.536.129.000 Din preračunaju u US\$ po tečaju koji je vrijedio u vrijeme plaćanja u razdoblju od 1975. do 1982. dobije se dolarska protuvrijednost u iznosu 475.000.000 US\$. Kad se ovom iznosu pribroje ukupno angažirana inozemna sredstva u iznosu 515.197.556 US\$, ukupna ulaganja iskazana u dolarskoj valuti iznose 990.197.556 US\$.

Na osnovi navedenog, specifična ulaganja u NE Krško po instaliranoj snazi (664 MW) iznose 1.490 US\$/kw.

Prema podacima Međunarodne agencije za atomsku energiju, specifična ulaganja u nuklearne elektrane u zemljama u razvoju instalirane snage približno kao NE Krško, PWR tipa reaktora, građene u približno isto vrijeme kao NE Krško i sa približno istim trajanjem izgradnje, iznose (bez ulaganja u infrastrukturu) 1.660 US\$/kw. U tehnološki razvijenim zemljama taj iznos je nešto niži negu u NE Krško.

Na osnovi navedenih podataka izlazi da je izgradnja NE Krško pokazala da je u Jugoslaviji moguće postići investicijska ulaganja u granicama svjetskih cijena, odnosno specifičnih investicijskih ulaganja. Relativno smanjenje ukupnog investicijskog ulaganja, odnosno specifičnog ulaganja, moguće je ubuduće postići na način da se grade jedinice sa većom instaliranom snagom i više od jedne na istoj lokaciji, postupnim odnosno ekonomski opravdanim usvajanjem tehnologija proizvodnje opreme, specijalizacijom domaćih izvođača radova i projektanta te poboljšanjem uvjeta financiranja u odnosu na financiranje NE Krško

6. FINANCIRANJE IZGRADNJE

Konstrukcija financiranja prema osnovnom investicijskom programu bila je najvećim dijelom zatvorena kreditima iz inozemnih izvora. Domaći dinarski krediti (SIZ potrošača električne energije SRH i SRS, odnosno bivši fondovi za elektroprivredu), angažirani su za zatvaranje konstrukcije financiranja po osnovnom investicijskom programu približno 10% od ukupne tadašnje predračunske vrijednosti investicije. Kasnije, u toku izgradnje, za financiranje povećanih troškova zbog zakašnjenja izgradnje, dopuna na projektu i korekcija krivo procijenje-

nih količina materijala i radova, uglavnom su korišteni domaći dinarski krediti, tako da je do kraja izgradnje njihovo učelo poraslo na približno 50% od ukupnih ulaganja.

Ukupne obaveze otplate inozemnih kredita prema postojećim ugovorenim uvjetima, ali uz odgodu početka otplate na 7 godina, procijenjene su na iznos 1.031.000.000 US\$. Od tog iznosa za troškove kapitala (interkalendarne kamate i kamate u otplati kredita) utrošit će se 681.900.000 US\$, što znači da je samo 349.100.000 US\$ ili 34% utrošeno efektivno (za pokriće troškova uvozne opreme i usluga domaćih izvođačkih radova), dok 66% otpada na troškove kapitala, tj. plaćanje troškova kapitala. Nadalje, ako se od efektivno iskorištenih sredstava oduzme iznos 129.313.735 US\$, koji je konvertiran u dinarska sredstva za plaćanje domaćih radova, onda izlazi da je samo 21% od ukupnih deviznih izdataka angažirano za plaćanje inozemne opreme i usluga (219.286.265 US\$).

Na osnovi analize podataka o strukturi utroška inostredstava za vrijeme izgradnje i podataka o obavezama za vrijeme otplate inokredita, proizlazi da su nepovoljni konačni efekti koji rezultiraju iz inokredita zaključenih za NE Krško. Pored toga, prema navedenim iznosima potrebnih inostredstava proizlazi da je taj iznos toliki da niti jedna od zainteresiranih elektroprivreda nije u stanju da samostalno osigura sva financijska sredstva za izgradnju. To potvrđuje i praksa niza elektroprivreda u svijetu, gdje se na izgradnji nuklearnih elektrana često ostvaruju zajednička ulaganja dvaju ili više investitora, kako na nacionalnom tako i na međudržavnom planu.

Konačni zaključak na osnovi provedene analize svodi se na to da je za financiranje izgradnje nuklearnih elektrana potrebno maksimalno angažirati sredstva iz domaćih izvora. Za pokriće neophodnih inozemnih isporuka i usluga već u fazi ugovaranja potrebno je u tokutu investitor - isporučilac - domaća industrija, na osnovi kontrasporka, iznaći takav aranžman da to za zemlju bude relativno malo devizno opterećenje. Osim navedenog, treba naglasiti da za buduću izgradnju nuklearnih elektrana osiguranje neophodnih dinarskih a posebno deviznih sredstava treba biti sistemski riješeno.

7. Ocjene nuklearne sigurnosti

Ocjenu nuklearne sigurnosti NE Krško vršili su niz instituta (imenovanih i ovlaštenih zakonskim aktom), komisije u SRH i SRS za ocjenu sigurnosti, republički inspektorati i eksperti Međunarodne agencije za atomsku energiju. Poteškoće koje su bile prisutne kod ocjene nuklearne sigurnosti NE Krško svode se na sljedeće:

- Heterogenost ocjenjivača i nekoordiniranost u postavljanju uvjeta za postizanje zadovoljavajućeg nivoa sigurnosti,
- Ovlašteni instituti su često uvjetovali izdavanje stručnih mišljenja i ocjena (kao podloga za izdavanje dozvola i suglasnosti) sa dostavom informacija do kojih Investitor objektivno nije mogao doći (Westinghouse nije bio dužan dostaviti informacije označene kao "preparatory information"). To je uzrokovalo poteškoće u postupku izdavanja dozvola i suglasnosti.
- Zbog nedovoljne ekipiranosti republičkog inspektorata za nuklearnu sigurnost u svom radu na ocjenama sigurnosti on se oslanjao na ovlaštene institute i republičke

komisije te njihove stavove i uvjete praktički prosljeđivao investitoru. Kod toga treba imati u vidu činjenicu da su ovlašteni instituti uz generiranje uvjeta za zadovoljenje sigurnosti, istovremeno bili i izvršioци poslova (elaborata, studija, proračuna itd.) koji su proizašli iz postavljenih uvjeta.

Kvalitetno poboljšanje procesa ocjene nuklearne sigurnosti vidimo prije svega u pravovremenom utvrđivanju uvjeta odnosno stupnja nuklearne sigurnosti (prije početka izgradnje) i posebnoj brizi za kadrove koji će provesti taj proces, kako u okviru elektroprivrede tako i kod organa uprave odnosno inspeksijskih službi. To treba postići ne samo na području nuklearne sigurnosti već i na svim drugim područjima u postupku pribavljanja odnosno izdavanja suglasnosti i dozvola.

8. ZAKONODAVNA I NORMATIVNA REGULATIVA

Zakonodavna regulativa u oblasti nuklearne energetike u Jugoslaviji praktički je razvijena paralelno s izgradnjom NE Krško i sformirana do nivoa da je bilo moguće elektranu izgraditi, ispitati i pustiti u pogon.

Povodom izgradnje NE Krško, kao prve nuklearne elektrane u Jugoslaviji, Vlada SFRJ je praktički pristupila ispunjenju međunarodnih obaveza koje je preuzela na području korištenja nuklearne energije u miroljubive svrhe temeljem Ugovora o neširenju nuklearnog oružja (ratificiranog 1973. godine). Tim ugovorom i zaključenjem odgovarajućih sporazuma između Vlade SFRJ i Međunarodne agencije za atomsku energiju regulirana su na međunarodnom planu pitanja izgradnje nuklearnih elektrana u Jugoslaviji.

Domaća normativna regulativa u oblasti nuklearne energetike, standardi i propisi, praktički ne postoje pa je nužno koristiti inozemne.

Treba imati u vidu činjenicu da je nuklearna sigurnost neodvojivo povezana i proizlazi iz zakonodavne i normativne regulative u oblasti nuklearne energetike.

Elektroprivrede republika i autonomnih pokrajina su zainteresirane za cijeli spektar standarda i propisa, kako bi se nuklearne elektrane gradile kao sigurna postrojenja u proizvodnji električne energije po prihvatljivoj cijeni.

Na osnovi navedenog, od izuzetne je važnosti utvrđivanje referentne normativne regulative, odnosno utvrđivanje strategije usvajanja i izrade domaće normativne regulative te dogradnja zakonodavne regulative u oblasti primjene nuklearne energije u energetici zemlje.

9. OSIGURANJE NUKLEARNOG GORIVA

Do sada je NE Krško nabavila gorivo za prvo punjenje te prvu i drugu izmjenu. Pored toga, na osnovi ugovora sa KWU, SR Njemačka izvršena je isporuka 40 gorivnih elemenata i to gorivo ima tretman rezervnog goriva.

Uzevši u obzir dosadašnja saznanja i iskustva na području gospodarenja nuklearnim gorivom, stečena za vrijeme izgradnje NE Krško, ukazuje se mogućnost unapređenja na tom području izgradnje i vođenja pogona nuklearnih elektrana, posebno ako se uzme u obzir izgradnja druge zajedničke elektrane, odnosno nuklearni program zemlje u cijelosti. Unapređenja su moguća u slijedećem :

- Utvrđivanje dugoročne orijentacije za nabavu prirodnog urana (dovršenje izgradnje rudnika urana Zirovski Vrh i realizacija projekta za ekstrakciju urana iz fosforne kiseline u proizvodnji umjetnih gnojiva, istraživanje ležišta urana na rapuku, dobivanje urana iz pepela ugljena u Raši te utvrđivanje mogućnosti zajedničkog ulaganja sa zemljama u razvoju u rudnike urana). Treba naglasiti da takva orijentacija ne podrazumijeva smanjenje cijene urana, međutim umanjuje devizne izdatke i povećava sigurnost dobave.
- Istraživanje mogućnosti osiguranja usluga gorivnog ciklusa u svijetu, sa ciljem zaključivanja novih aranžmana, ako se sa ekonomskog stanovišta pokažu povoljnijim od dosadašnjih, a nisu u suprotnosti s opće društvenim interesima zemlje.
- Na organizaciono-poslovnom planu formiranjem i kadrovskim ehipiranjem posebne službe za gospodarenje nuklearnim gorivom za NE Krško, koja je zasad jedini realni korisnik nuklearnog goriva. Ta služba bi obavila poslove za NE Krško i drugu zajedničku elektranu sa ciljem da kasnije preraste u poslovnu zajednicu koja bi obavljala poslove gospodarenja nuklearnim gorivom za sve buduće korisnike, ukoliko se to pokaže opravdanim.

10. ŠKOLOVANJE I OSPOSOBLJAVANJE KADROVA

Pripremu izgradnje i izgradnju NE Krško počeli su naši stručnjaci bez prethodnog znanja i iskustva na području nuklearne tehnologije. Kroz izgradnju NE Krško osposobljen je znatan broj odgovarajućih kadrova za nadzor nad izgradnjom nuklearnog postrojenja, uključivo i stručnjake iz naučnih instituta koji su bili ovlašteni od upravnog organa za vršenje naučnih i stručnih pregleda i analiza u svrhu provjere sigurnosti za vrijeme izgradnje i ispitivanja NE Krško. I kod izvodača radova u industriji je osposobljen odgovarajući broj kadrova. Znatan broj kadrova sa izgradnje, uz programirano zapošljavanje dodatnih stručnjaka, započeo je u toku izgradnje i osposobljavanje, to jest pripremu za pogon NE Krško. Rezultati rada u fazi preposlovnih ispitivanja i pogona NE Krško ukazuje na visoku stručnu osposobljenost kadrova, koja je postignuta organiziranim, programiranim i kontinuiranim stručnim osposobljavanjem u periodu izgradnje.

Prema iskustvima NEK na području angažiranja i osposobljavanja kadrova, može se konstatirati da su stečena kako specifična, tako i opće vrijedna znanja potrebna za programirano školovanje i osposobljavanje kadrova za izgradnju i pogon nuklearnog postrojenja. To uključuje potreban broj i dinamiku zapošljavanja, potrebnu kvalifikacionu strukturu, potrebna predznanja i prethodna iskustva te opće kriterije za selekciju kadrova. Stečena iskustva na području školovanja i osposobljavanja kadrova, ne samo u NE Krško već i kod ostalih sudionika izgradnje, puštanja u pogon i u dosadašnjem pogonu, su od posebne važnosti za buduću izgradnju nuklearnih elektrana u zemlji. Međutim, potrebni su dodatni napori za utvrđivanje jedinstvenog programa i njegovog organiziranog provodjenja za ispunjavanje svih neophodnih zadataka na ovom planu.

11. OPSKRBA REZERVNIM DIJELOVIMA

Dosada je NE Krško osigurala rezervnih dijelova za ukupni iznos 16.000.000 US\$ i 20.000.000 dinara, dok godišnje treba obnoviti rezervnih dijelova za iznos približno 3.000.000 US\$.

Optimizaciju na području osiguranja rezervnih dijelova u smislu

smanjenja iznosa zaleđenih sredstava za nabavu početnih količina rezervnih dijelova, s jedne strane, te bolje opskrbljenosti i smanjenja troškova skladištenja s druge strane, a što bi u krajnjoj konzekvenci doprinijelo i poboljšanju uvjeta za veću raspoloživost postrojenja, bit će moguće provesti u toku izgradnje, odnosno pogona budućih nuklearnih elektrana iz serije, tako da se izgradi zajedničko skladište rezervnih dijelova i poveže sa sličnim skladištima vlasnika nuklearnih elektrana izvan zemlje.

12. PLAN MJERA ZA SLUČAJ NUKLEARNE NESREĆE

Slijedom zakonskih odredbi NE Krško je dužna izraditi plan mjera za slučaj nuklearne nesreće (u daljnjem tekstu Plan) i osigurati njegovu operativnu primjenu. To je NE Krško izvršila u suradnji sa nadležnim organima općina Krško i Brežice i republika SR Slovenije i SR Hrvatske. Provjera podobnosti i operativnosti Plana se na nivou NE Krško vrši više puta godišnje, na nivou općine godišnje, a na republičkom nivou svakih 3-4 godine. Cjelovita provjera Plana provedena je održanom vježbom NNNI - POSAVJE 1982.

Misija MAAE koja je prisustvovala vježbi, pozitivno je ocijenila spremnost NE Krško i ostalih učesnika u vježbi za izvođenje akcija za slučaj nuklearne nesreće.

Izrađene planove i iskustva NE Krško na području organizacije vježbi i provođenja plana mjera za slučaj nuklearne nesreće, trebaju koristiti i budući investitori nuklearnih elektrana u Jugoslaviji.

13. MODEL ZAJEDNIČKOG ULAGANJA RADA I SREDSTAVA

Slijedom Sporazuma SR Slovenije i SR Hrvatske iz 1970. i Ugovora o pripremi izgradnje NE Krško iz 1971., elektroprivredne organizacije dviju republika utvrdile su prava i obaveze i međusobne odnose za vrijeme izgradnje i eksploatacije NE Krško Ugovorom o udruživanju sredstava radi zajedničke izgradnje i zajedničke eksploatacije NE Krško, koji je potpisan u martu 1974.godine.

U cilju uređenja odnosa dviju elektroprivreda kao Osnivača s jedne i NE Krško s druge strane, te odgovarajućeg prilagođavanja odredbama ZUR-a kao i potrebama elektroenergetskog sistema, radnici elektroprivrednih organizacija Hrvatske i Slovenije prihvatili su i donijeli Samoupravni sporazum o uređenju međusobnih prava i obaveza Osnivača i NE Krško u aprilu 1982., a istovremeno je Ugovor od marta 1974. noveliran Aneksom k ugovoru.

Sporazum, kao i novelirani Ugovor, imaju za cilj da se na postavkama ZUR-a što određenije reguliraju međusobni odnosi u izgradnji te ekonomsko-dohodovni i energetske odnosi u vezi zajednički izgrađenog objekta (osiguranje i udruživanje sredstava za zajedničku investiciju te odgovornost prema trećima u visini 50% ukupnih obaveza, solidarno preuzimanje rizika za slučaj eventualnog neuspjeha, isporuka energije u toku životne dobi elektrane ostvaruje se u srazmjeru udruženih sredstava, zajednički se planira proizvodnja, kadrovi, nabava nuklearnog goriva itd.). Utvrđeni principi zajedništva omogućili su da se u praksi postigne dogovor u smislu maksimalno mogućeg domaćeg učešća u čemu je bilo zastupljeno načelo pariteta angažmana i po kvaliteti i po opsegu.

Dovršenom izgradnjom i dosadašnjim pogonom NE Krško, praktički je provjeren zajedništvo dviju elektroprivreda u smislu da obje elektroprivrede, odnosno Osnivači NE Krško i sama NE Krško izvršavaju obaveze i ostvaruju prava utvrđena Ugovorom i Sporazumom i time afirmiraju postavljene principe zajedništva.

Na osnovi navedenog, model najjednostavnijeg ulaganja rada i sredstava, koji je već afirmiran na izgradnji i eksploataciji NE Krško, treba prihvatiti kao princip za buduća najjednostavnija ulaganja rada i sredstava elektroprivreda republika i autonomnih pokrajina, odnosno budućih investitora pojedinih nuklearnih elektrana iz serije i ne samo nuklearnih elektrana kada je to tehnološki, odnosno ekonomski opravdano.

14. PROIZVODNA CIJENA ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za proračun proizvodne cijene NE Krško uzeti su u obzir svi stalni i promjenjivi troškovi proizvodnje (uključivo odgodu početka otplate inkredita za 3 godine) uz tečaj 1 US\$ = 125 dinara i prosječnu godišnju proizvodnju od 4.000 GWh u razdoblju nakon 1983. i dobiveni su slijedeći podaci:

<u>Razdoblje</u>	<u>para/kWh</u>
1981-1990	627
1991-2000	587
2001-2010	355

odnosno prosječna proizvodna cijena za amortizacioni vijek elektrane, svedena na decembar 1983. iznosi:

437 para/kWh

U prvotj dekadi pogona specifična proizvodna cijena je relativno visoka, što je posljedica neadekvatnog financiranja izgradnje (uglavnom inkreditima) i reprogramiranja otplate inkredita.

Opravdanost izgradnje NE Krško sa stanovišta proizvodne cijene, odnosno ekonomičnosti proizvodnje, može se ocijeniti usporedbom specifičnih proizvodnih troškova NE Krško (437 para/kWh) sa takvim troškovima termoelektrana u SRH i SRS. Po cijenama iz decembra 1983. specifični proizvodni troškovi iznosili su (p/kWh):

	<u>Promjenjivi</u>	<u>Stalni</u>	<u>Ukupno</u>
SRH	690	135	825
SRS	244	121	365
SRS (izvan bilanse)	-	-	536
NE Krško	80	612	692
NE Krško (prosjeck 30 god)	80	357	437

Iz usporedbe navedenih podataka proizlazi da je NE Krško i pored izrazito nepovoljnih uvjeta financiranja iz inozemnih izvora, ekonomičan izvor električne energije u elektroenergetskim sistemima SR Hrvatske i SR Slovenije. Zaključno, na osnovi navedenih podataka i provedenih analiza, može se konstatirati da je izgradnjom i dosadašnjim pogonom NE Krško dokazano da nuklearne elektrane mogu biti ekonomični izvori energije u elektroenergetskom sistemu zemlje i da bi bonitet investicije NE Krško bio znatno povoljniji da je financiranje izgradnje realizirano iz pretežno domaćih izvora, što kod planiranja izgradnje budućih objekata treba imati u vidu.

15. IZGRADNJA NE KRŠKO SA STANOVIŠTA UVODJENJA NOVIH TEHNOLOGIJA I PRIJENOSA ZNANJA

U vezi učešća domaćih sudionika u izgradnji NE Krško i ostvarenom prijenosu znanja i tehnologije, kao najvažnije može se konstatirati slijedeće :

- Zadovoljavajući prijenos tehnologije i znanja ostvaren je na području izvodjačkih radova (gradjevinskih i svih vrsta montažnih radova), obzirom da su opseg (100 %) i sadržaj rada domaćih izvodjačkih organizacija zahtijevali da se oni organiziraju kao inženjering organizacije, vezano za poslove izvođenja radova na gradilištu, sa službama za osiguranje kvalitete, projektiranje, konstruiranje, tehnološku pripremu rada, komercijalu, financije te opće poslove. Pored navedenog treba istaći uspješan angažman i suradnju domaćih radnih organizacija u realizaciji kompletnog inženjeringa za transport i dizanje teških tereta.
- Odgovarajući opseg učešća i prijenosa tehnologije i znanja ostvaren je i na području proizvodnje opreme, međutim ne u opsegu i kvaliteti u poređenju s objektivnim mogućnostima domaće industrije, čemu su uzroci u uspostavljenim ugovornim odnosima (sistem ključ u ruke) i načinu financiranja s jedne, i nedovoljnoj zainteresiranosti, kako Westinghousea, tako i dijela domaćih isporučioaca s druge strane, zbog nepostojanja čvrstog i dugoročnog programa za izgradnju više nuklearnih elektrana.
- Za Investitora, domaći naučno istraživački instituti su izradili niz analiza, elaborata i studija u svrhu provjere nuklearne sigurnosti, utvrđivanja utjecaja rada NE Krško na okolinu te izrade izvještaja o sigurnosti. Kroz taj rad, korištenjem podataka i dokumentacije Westinghousea i MAAE, ostvaren je prijenos specifičnih znanja iz praktične primjene nuklearne energije u energetici.
- Kroz aktivnosti investicijskog nadzora ostvaren je prijenos znanja na Investitora, odnosno na elektroprivredu, posebno znanja sa područja organizacije i rukovodjenja, cjelokupnom izgradnjom i puštanjem u pogon elektrane.
- Stručnjaci zaposleni u pogonu NE Krško aktivno su sudjelovali i izvršavali zadatke u fazi pretpogonskih i funkcionalnih ispitivanja elektrane te izradi Start-up procedura i uputstava za održavanje i vodili elektranu u probnom pogonu pod tehničkim vodstvom Westinghousea.

Nakon odlaska Westinghousea, kroz utvrđenu organizaciju rada, stručnjaci NE Krško obavljaju poslove upravljanja i nadzora postrojenja, praćenja tehnološkog procesa, preventivnog i tekućeg održavanja te pripreme nadzora i realizacije kapitalnog godišnjeg remonta uz niz angažiranih domaćih radnih organizacija, izmjene goriva te sve poslove pratećih službi.

Zaključno, sa stajališta znanja stečenih izgradnjom NE Krško, treba konstatirati da ta znanja predstavljaju vrijednost značajnu kao osnovu za daljnje osposobljavanje jugoslavenskih radnih organizacija i investitora za ovladavanje znanjima i tehnologijama koje će omogućiti samostalnost u realizaciju budućih projekata nuklearnih postrojenja.

Krško, april 1984.