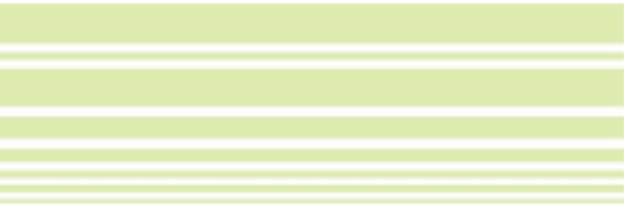


**Godišnje izvješće  
Nuklearne elektrane Krško**

**za godinu 2003**





**Godišnje izvješće  
Nuklearne elektrane Krško  
za godinu 2003**





## Štovani!



Nuklearna elektrana Krško (NEK) ulazi u drugu polovicu radnog vijeka. Ulazi s iskaznicom sigurnog, stabilnog i okolišu prihvatljivog rada koji je rezultat kompetentnog kolektiva s velikim stupnjem kolektivne pripadnosti i s obvezujućim ispunjavanjem vrijednosti sigurnosne kulture i poslovne etike.

### Međdržavni ugovor

2003. godinu obilježava primjena Međdržavnog ugovora između Vlade Republike Slovenije i Vlade Republike Hrvatske koji uređuje statusne i druge pravne odnose, povezane sa ulaganjem u Nuklearnu elektranu Krško, njenim iskorištavanjem i razgradnjom. Međdržavni ugovor koji je stupio na snagu 11. ožujka 2003. određuje vlasnički sastav društva, odnose u upravljanju, korištenje proizvodnje, obračuna troškova, politiku zapošljavanja i obavljanja usluga, te principe financiranja razgradnje i odlaganja radioaktivnog otpada. Godinu dana nakon stupanja na snagu Međdržavnog ugovora možemo s pravom istaknuti visoku razinu odgovornosti i suradnje na razini upravnih organa društva. Smisleno se provode načela međdržavnog ugovora i osigurava se kontinuitet pogona, te stabilnost poslovanja.

### Pogonska učinkovitost

Rad u 2003. godini ocijenjen je na temelju standardnih pokazatelja pogonske učinkovitosti. Ti potvrđuju da je bila sigurnost rada u skladu sa zacrtanim ciljevima, a isto vrijedi i za utjecaj na okoliš. Pogonski događaji pokazuju nešto veću nestabilnost od očekivane. Proizvedeno je bilo 4,963 GWh električne energije što je za 3% manje od zacrtane vrijednosti na početku godine. Razlog su nepovoljne vremenske prilike u 2003. godini i ograničenja koja proizlaze iz utjecaja na okoliš zbog kojih je elektrana radila na nižoj snazi 93 dana. Proizvedena energija je u skladu s međdržavnim ugovorom isporučena članovima društva. Elektrana je 31. siječnja 2004. dosegla ukupnu proizvodnju od 100.000 GWh.

### **Tehnološka nadgradnja**

U tehnološku nadgradnju u skladu s dugoročnom strategijom bilo je uloženo 3,968 milijardi SIT. Tehnološka nadgradnja provodila se uravnoteženo na područjima koja osiguravaju veću sigurnost, stabilnost i ekonomsku učinkovitost rada. Među važnija ulaganja ubrajamo zamjenu niskotlačnih rotora turbine, zamjenu tehnologije predpripreme i pripreme tehnološke vode, nadgradnju procesno-računalnih sustava, zamjenu i optimizaciju instrumentacije sekundarnog kruga i nadgradnju požarno-sigurnosnih sustava. Svi spomenuti projekti su u tijeku i zaključit će se u razdoblju od 2004. do 2007. godine. U 2003. godini je zaključeno i predano u pogon približno 20 projekata s područja tehnoloških modifikacija.

### **Nezavisna ocjena sigurnosti**

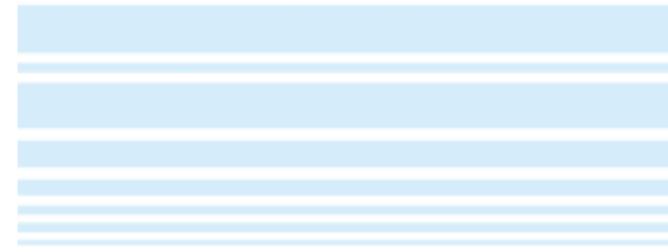
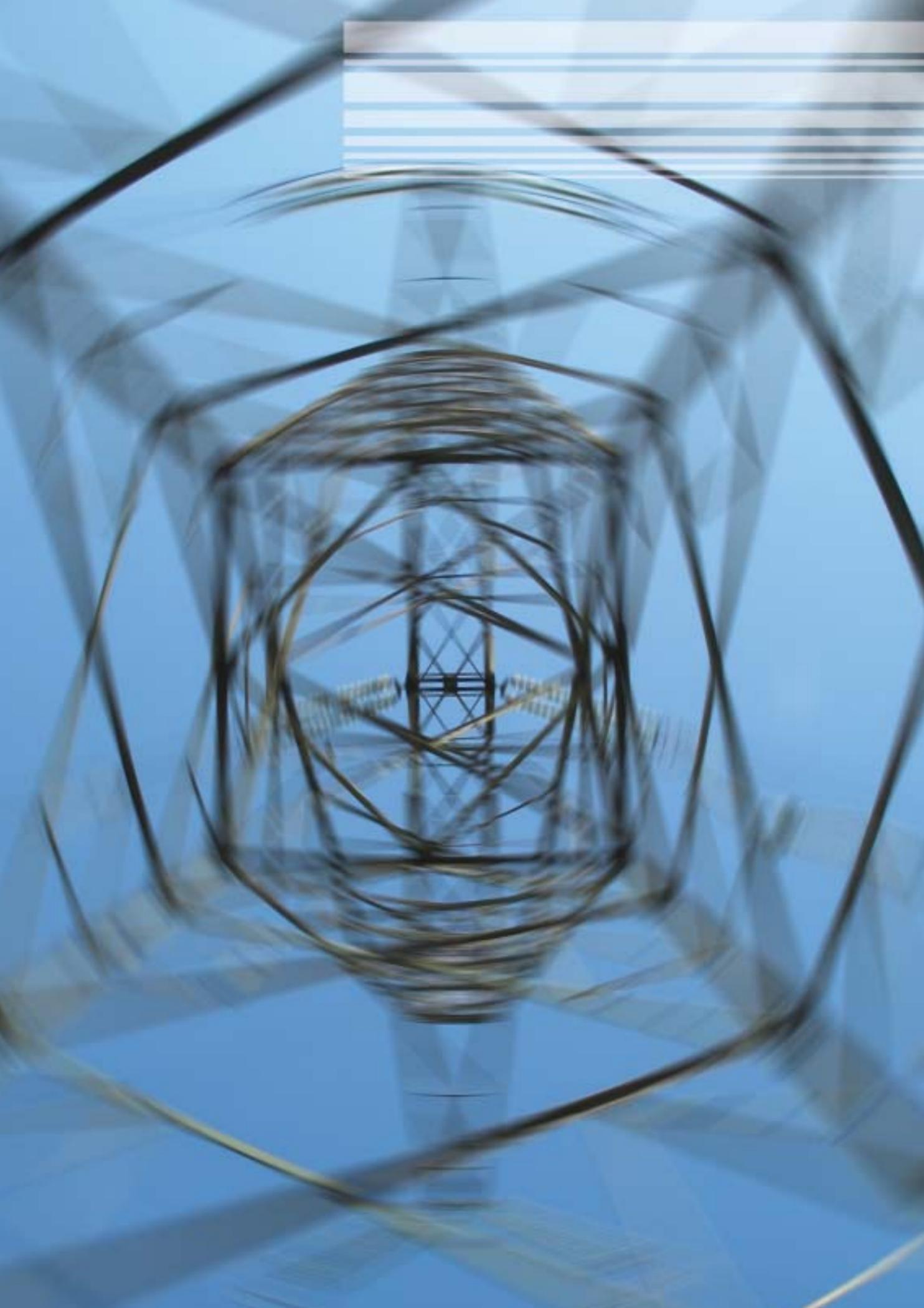
Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA) je na poziv Vlade Republike Slovenije u vremenu od 20. 10. 2003. do 6. 11. 2003. obavila pregled sigurnosti rada. Cilj misije je bio provjeriti pristupe radu na područjima vođenja i organizacije, osposobljavanja i kvalifikacije, pogona, održavanja, tehničke potpore, radiološke zaštite, kemije, pripremljenosti za slučaj nuklearne nesreće i sigurnosne kulture. U misiji je sudjelovalo 13 stručnjaka iz sedam država i IAEA. Najznačajniji pozitivni zaključak misije je da NEK ima dobro osposobljenu, visoko motiviranu, profesionalnu i iskusnu pogonsku ekipu. Misija je dala i korisne preporuke za daljnji napredak na području zaštite na radu, tretiranja radioaktivnog otpada i korištenja pogonskih postupaka.

### **Utjecaj na okoliš**

Zagrijavanje rijeke Save je bilo u granicama dopuštenih vrijednosti. Radiološki ispusti su bili znatno niži od dozvoljenih godišnjih vrijednosti. Zahvaljujući radu NEK, emisija plina CO<sub>2</sub> u 2003. godini je za približno 4 milijuna tona manja od one koju bi proizvele elektrane na tvrda ili tekuća fosilna goriva pri proizvodnji jednake količine električne energije.

### **Financijski položaj**

U poslovnoj 2003. godini je utvrđeno poboljšanje financijskog položaja NEK, što je vidljivo i iz financijskih izvješća. Iz bilance stanja je vidljivo povećanje vrijednosti kapitala te znatno smanjenje financijskih i poslovnih obveza. Ostvarena je i dobit u iznosu 8,436 milijuna SIT koja proizlazi iz provedbe međudržavnog ugovora. Pri tome je važno naglasiti da je ostvarena i dobit iz redovnog poslovanja u iznosu 1,647 milijuna SIT koja je po obračunu vraćena članovima društva. Financijska stabilnost povećana je i odredbama međudržavnog ugovora budući da NEK ne preuzima rizik na tržištu električne energije i ima osigurana potraživanja za isporučenu električnu energiju na temelju instrumenata za osiguranje plaćanja.



Vrijedi istaknuti i da je poboljšana konkurentni položaj članova društva. Prvenstveno je to posljedica znatno nižih troškova potrošnje materijala i usluga, koji su za 18 indeksnih točaka niži od ostvarenih u 2002. godini. Isto tako je s novim ulaganjima u tehnološku nadgradnju povećana sigurnost i stabilnost rada, te s tim smanjen rizik prekida proizvodnje i nastanka neočekivanih troškova.

### **Nuklearna perspektiva**

NEK je po tehnološkim rješenjima i pogonskoj praksi usklađena sa suvremenim međunarodnim standardima. Pristup Slovenije u Europsku uniju ne zahtijeva nikakve dodatne prilagodbe ili ulaganja. Mijenja se uglavnom izvještavanje i nadzor nad nuklearnim materijalima, te postaju obvezujuća pravila glede nabave nuklearnog goriva sukladno s „Euratom Treaty”. NEK postiže visoku sigurnost i pogonsku stabilnost, kao i niske pogonske troškove na jedinicu proizvoda. Uz takve pokazatelje, te uz rast cijena električne energije na otvorenom trgu, NEK je izuzetno značajan čimbenik u opskrbi potrošača i u većoj konkurentnosti članova društva koji nastupaju na tržištu. Možemo reći da postoje svi razlozi za dugoročno poslovanje NEK.

*Vladimir Jelavić*

*Stane Rožman*

## Sažetak

Nuklearna elektrana Krško (NEK) je jedina nuklearna elektrana u Sloveniji, izgrađena približno sto kilometara jugoistočno od Ljubljane i šezdeset kilometara sjeverozapadno od Zagreba.

Opremljena je Westinghousovim tlakovodnim reaktorom toplinske snage 2000 MW, a električna snaga na pragu je 670 MW.

Elektrana je priključena na 400-kV mrežu za napajanje potrošača u Sloveniji i Hrvatskoj. Godišnje proizvede približno pet milijardi kWh električne energije.

## Raspoloživost i sigurnost

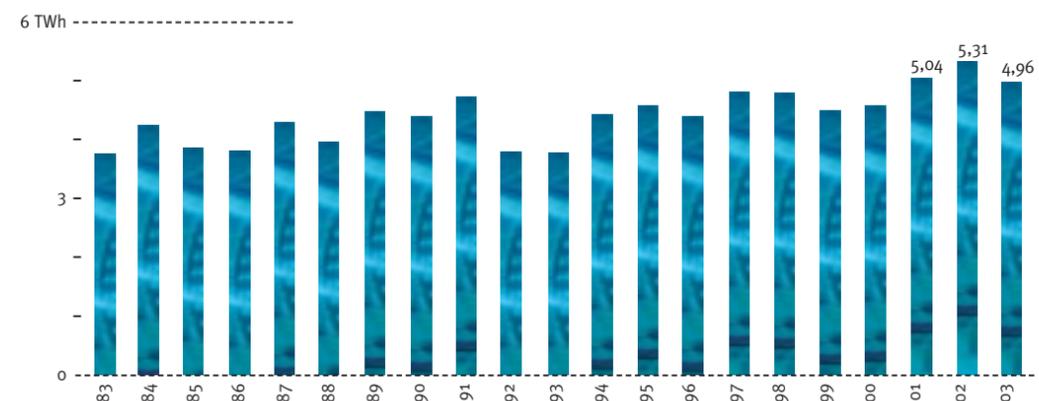
Svojim sigurnim i pouzdanim radom NEK je od početka komercijalnog rada 1. siječnja 1983. do 31. prosinca 2003. poslala u elektroenergetsku mrežu ukupno 92,19 TWh električne energije.

Za lakšu usporedbu s ostalim elektranama, uveden je ukupni pokazatelj radne učinkovitosti koji obuhvaća više pojedinačnih pokazatelja, od kojih svaki ima određeni doprinos i računa se tromjesečno. NEK konstantno postiže visoke vrijednosti s pozitivnim trendom tijekom zadnjih pet godina rada.

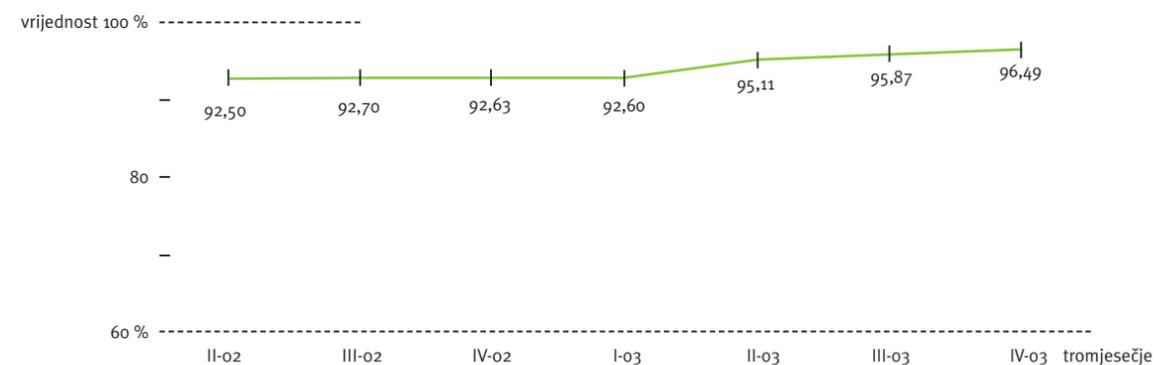
Nastojanja za optimizacijom radnih procesa, koji nam omogućavaju niže doze djelatnika ili/i veću konkurentnost na tržištu zbog niže cijene proizvedene električne energije, najbolje pokazuje stalni trend smanjenja dužine remonta.

Pojedini remontu u zadnjem desetljeću su bili duži zbog većih tehnoloških poboljšanja koja nam omogućavaju dugoročnu pouzdanost, sigurnost, te ekonomičnost djelovanja.

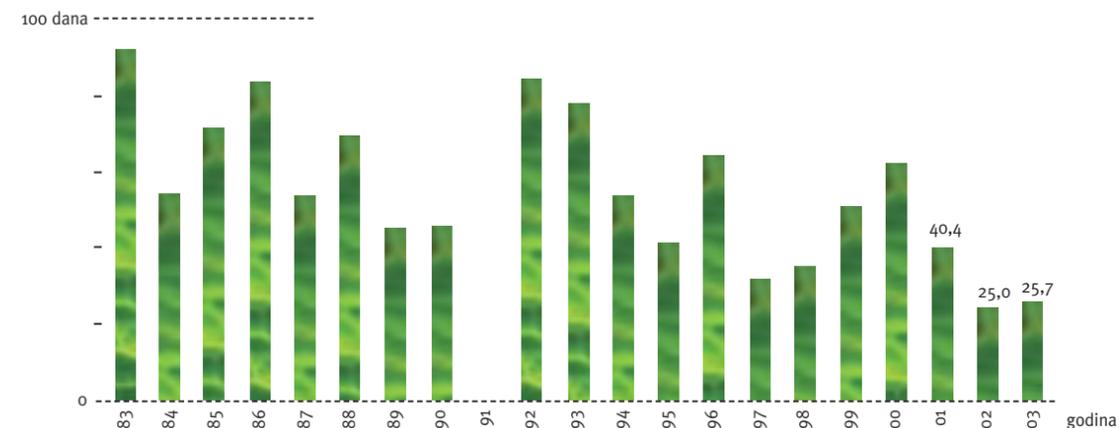
## Godišnja proizvodnja električne energije



## Ukupni pokazatelj radne učinkovitosti

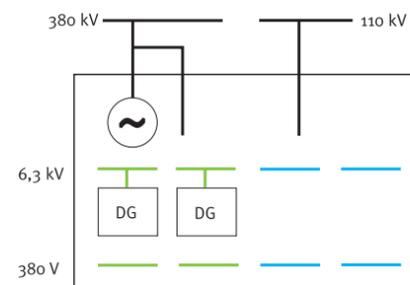
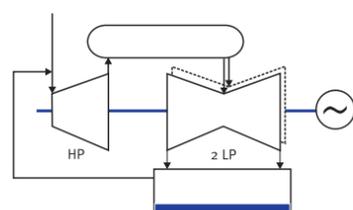
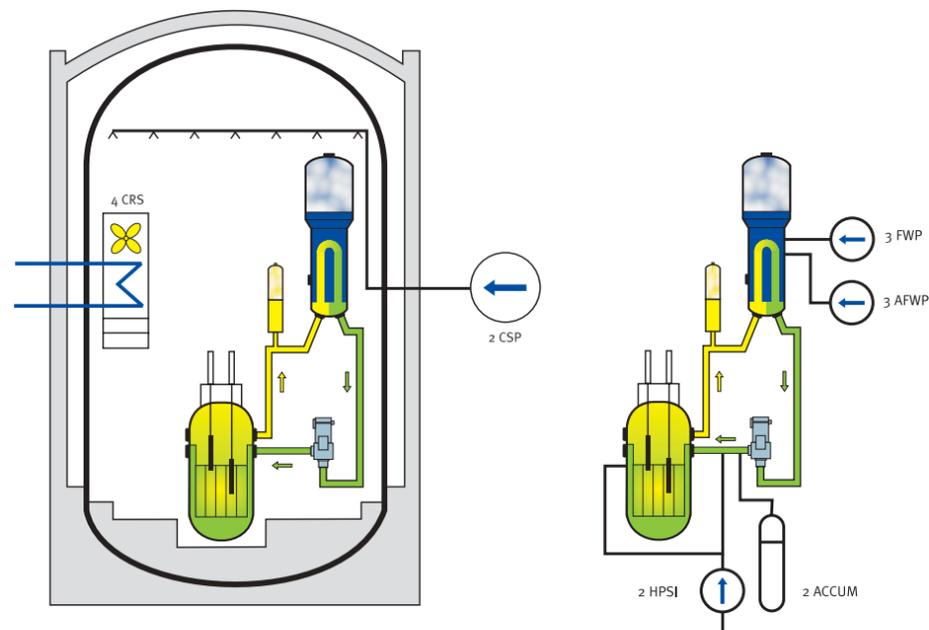


## Trajanje godišnjeg remonta



2003. godinu je obilježilo potpisivanje Međudržavnog ugovora između vlada Republike Slovenije i Hrvatske, što omogućava bolju stabilnost poslovanja i pogona. Nuklearna elektrana je počela opskrbljivati hrvatsku stranu električnom energijom u travnju 2003. Od ukupno proizvedene energije u prošloj godini, 4,96 TWh, Hrvatskoj je isporučeno iz Krškog 1,62 TWh električne energije što predstavlja 32,66% cjelokupne proizvodnje električne energije NEK, odnosno 10,43% cjelokupno proizvedene električne energije u Hrvatskoj. Sloveniji je isporučeno 3,34 TWh odnosno 36,6% cjelokupno proizvedene energije u Sloveniji.

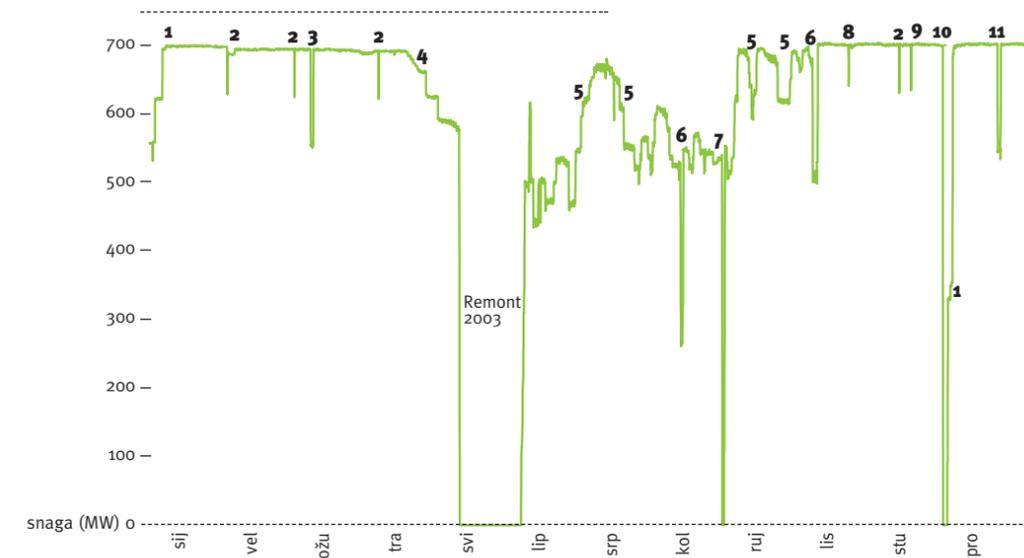
### Osnovne značajke NEK



### Proizvodnja i pogon

#### Dijagram proizvodnje 2003

Proizvedena energija na generatoru: 5.207.278,5 MWh  
 Proizvedena energija na pragu: 4.963.337,1 MWh  
 Raspoloživost: 92,27%  
 Iskoristivost: 86,37%



- 1 Zahtjev dispečera za pogonom na nižoj snazi
- 2 Test turbinskih ventila
- 3 Poslovi održavanja na CW Taprogge filterima
- 4 Kontrolirano smanjenje snage u svrhu produženja ciklusa
- 5 Ograničenje zagrijavanja rijeke Save
- 6 Čišćenje kondenzatora
- 7 Automatska zaustava elektrane zbog iznenadnog zatvaranja MSIV
- 8 Oscilacije turbinskog ventila GV broj 2
- 9 Zamjena DEH kontrolne kartice
- 10 Automatska zaustava elektrane zbog gubitka hlađenja kondenzatora
- 11 Sanacija puštanja niskotlačnih grijača

#### Pogonski događaji

Elektrana je u travnju radila na nižoj snazi zbog produženja gorivnog ciklusa. U ljetnim mjesecima, elektrana je 93 dana radila na nižoj snazi zbog ekoloških ograničenja.

U 2003. godini je snaga bila smanjena zbog testiranja turbinskih ventila, radova održavanja na filterima Taprogge, kondenzatoru, sustavu za regulaciju turbine i na niskotlačnim grijačima.

## Događaji, značajni za sigurnost

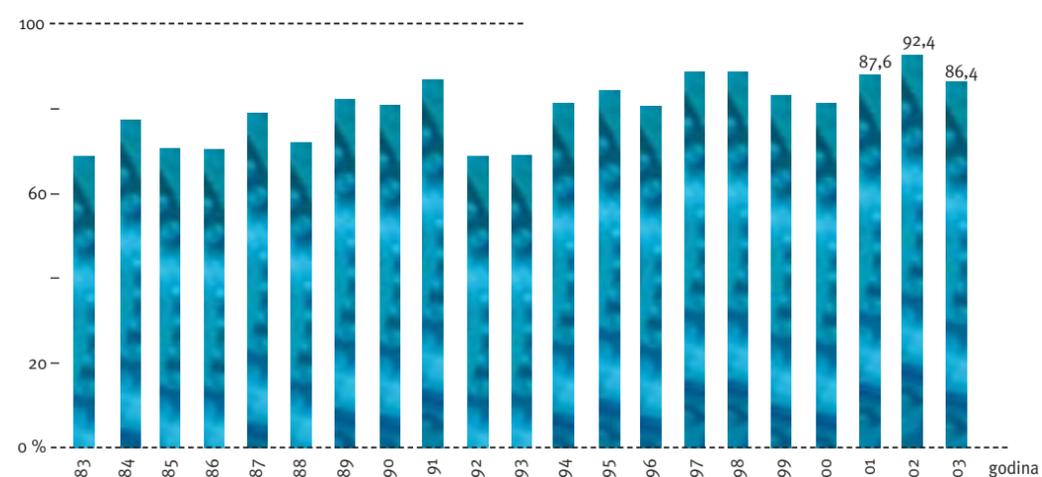
Tijekom 2003. godine zbile su se dvije automatske zaustave elektrane.

Tijekom redovitog testiranja 10-postotnog zatvaranja izolacijskih ventila glavnog parovoda, 27.08.2003., došlo je do iznenadnog zatvaranja ventila, što je uzrokovalo povećan protok i pad tlaka pare u drugom parovodu. To je izazvalo aktiviranje sigurnosnog ubrizgavanja, zaustavu reaktora, te izolaciju glavnih parovoda. Analiza tog događaja je utvrdila da je uzrok bilo nepravilno djelovanje prekidača odnosno nepravilnosti u postupku održavanja i postupku za testiranje po izvedenom održavanju na danim komponentama.

27.11.2003, prilikom smanjenja snage je došlo do automatske zaustave zbog slabog vakuuma u kondenzatoru. Višednevne obilne padavine povećale su protok Save, što je uzrokovalo intenzivno ispijanje otpalog lišća i drugih nečistoća u korito rijeke uzvodno od NEK. Čišćenje nečistoća HE Vrhovo u noćnim satima je uzrokovalo dodatan porast riječnog protoka i pojavu novih nečistoća na napravama za čišćenje u elektrani. Unatoč stavljanju u pogon crpke tornjeva za hlađenje, količina nečistoća (prije svega lišća) bila je prevelika i došlo je do začepjenja ulaza u kondenzator. Brzo smanjenje snage nije spriječilo gubitak vakuuma kondenzatora, što je bilo razlogom ispada turbine, a zatim i zaustave reaktora. Analiza događaja je pokazala da je potrebno poboljšati komunikaciju između NEK i savskih elektrana i izraditi detaljnu strategiju pogona sustava vode za hlađenje kondenzatora, sustava tornjeva za hlađenje i zapora na Savi za slučajeve nenormalnih uvjeta rada.

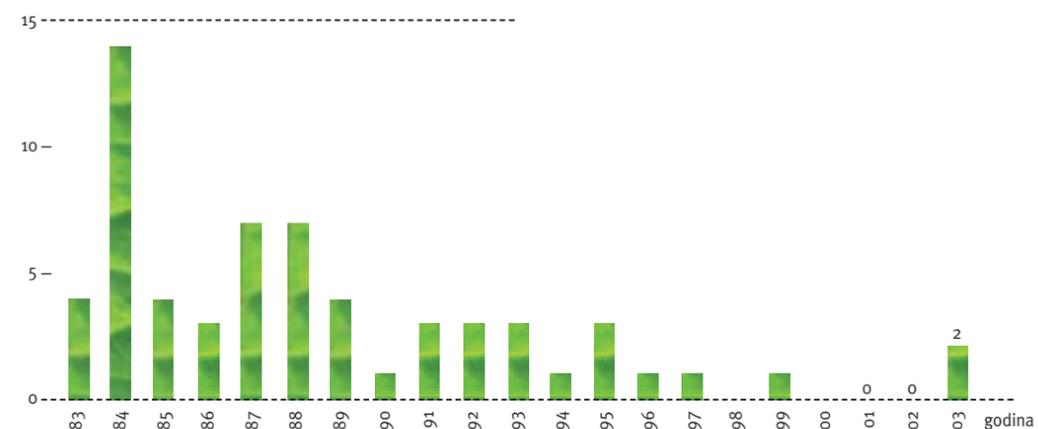
## Pogonski pokazatelji NEK

### Pokazatelj iskoristivosti



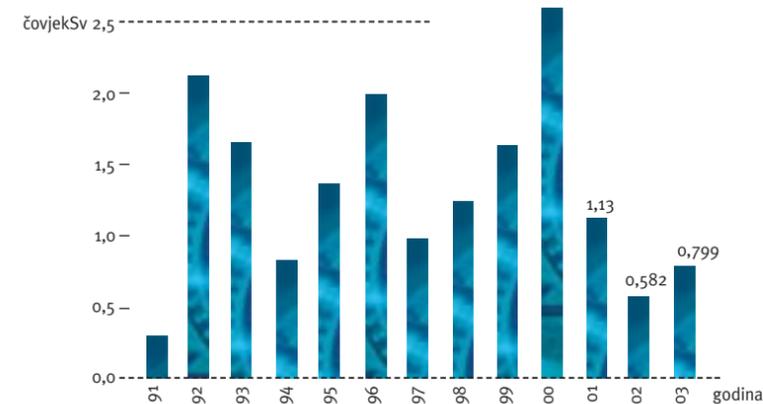
U 2003. godini je proizvodnja bila za 3% manja od planirane. Razlog su bile slabe vremenske prilike.

## Broj automatskih zaustava reaktora



U 2003. godini su bile dvije automatske zaustave.

## Kolektivna doza



Doze su 2003. godini bile veće zbog pregleda primarnih komponenti i cijevi parogenerato-ra metodom vrtložnih struja.



<b>Sažetak</b>	<b>08</b>
<b>1. Viša razina nuklearne sigurnosti</b>	<b>17</b>
<b>2. Mali utjecaj na okoliš</b>	<b>21</b>
<b>3. Nadgradnja pogonskog nadzora</b>	<b>25</b>
<b>4. Značajnije aktivnosti održavanja</b>	<b>31</b>
<b>5. Radiološka zaštita od pripreme poslova do izvedbe</b>	<b>33</b>
<b>6. Kemijski parametri rashladnog sredstva</b>	<b>36</b>
<b>7. Cjelovitost goriva</b>	<b>37</b>
<b>8. Izvođenje nadzora tlačnih pregrada</b>	<b>39</b>
<b>9. Tehnološke modifikacije</b>	<b>41</b>
<b>10. Osposobljavanje kadrova</b>	<b>43</b>
<b>11. Aktivnosti sustava kvalitete</b>	<b>47</b>
<b>12. Nabava</b>	<b>49</b>
<b>13. Zaštita na radu</b>	<b>51</b>
<b>14. Međunarodna prisutnost</b>	<b>52</b>
<b>15. Organizacija društva</b>	<b>56</b>
<b>16. Financijsko izvješće</b>	<b>58</b>
<b>17. Popis kratica</b>	<b>62</b>



## 1. Viša razina nuklearne sigurnosti

Nuklearna elektrana Krško projektirana je u skladu s američkim tehničkim sigurnosnim zakonima i u skladu s njima radi. NEK stalno prati propise i industrijske standarde u SAD, koja je država dobavljačica elektrane. Razvojem propisa i na temelju vlastitih iskustava NEK stalno unapređuje opremu, radne procese i nadzor rada.

### Glavni propisi i standardi korišteni pri projektiranju, izgradnji i radu

Propise, primijenjene pri projektiranju, izgradnji i radu NEK, možemo podijeliti u slijedeće kategorije:

- zakonski propisi za projektiranje nuklearnih elektrana, izdani u SAD: 10CFR50,
- pravne upute američkog upravnog organa: Regulatory Guides, dokumenti iz serije NUREG itd.,
- industrijski standardi u SAD: ANS/ANSI, ASME, IEEE,
- standardi i upute IAEA,
- raspoloživi zakoni i standardi SFRJ i Republike Slovenije,
- novi slovenski zakon »Zakon o varstvu pred ionizirajućimi sevanji i nuklearni varnosti« (ZVISJV).

Primjena tih propisa se temelji na ugovoru s Westinghousom, na izdanim dozvolama i na sporazumu između IAEA i SFRJ o projektu NEK. Ispunjavanje propisa i siguran rad stalno nadziru URSJV i ovlaštene institucije, povremeno nadzor vrše i Međunarodna agencija za atomsku energiju (IAEA), Svjetska organizacija upravljača nuklearnih elektrana (WANO) i nezavisne međunarodne misije.

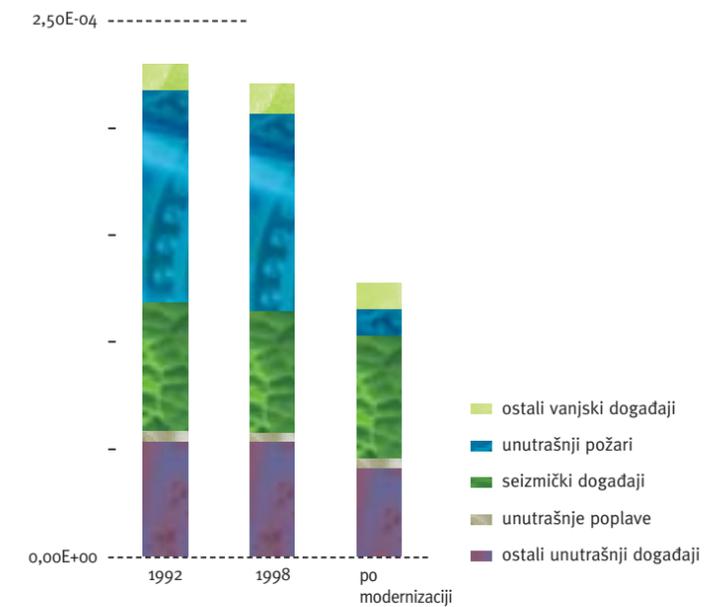


## Stalno poboljšanje nuklearne sigurnosti

Vjerojatnostne analize sigurnosti (VAS) su mehanizam za ocjenu rizika, kojem su izpostavljeni pojedinci i cijela zajednica zbog rada nuklearnih elektrana. Cilj analiza je izračunati očekivanu učestalost oštećenja reaktorske jezgre, koja predstavlja osnovnu jedinicu rizika u VAS-analizama i očekivanu učestalost brzog ispuštanja veće količine radioaktivnosti u okoliš.

Na slici je prikazan “profil” (raspodjela doprinosa pojedinih skupina začetnih događaja) ukupne vrijednosti očekivane učestalosti oštećenja jezgre. Za usporedbu su dane vrijednosti, koje pokazuju stanje elektrane na kraju 1992 (početna VAS-studija, IPE/IPEEE), stanje pred modernizacijom, kraj godine 1998 i stanje po modernizaciji.

### “Profil” ukupne vrijednosti očekivane učestalosti oštećenja reaktorske jezgre u NEK



VAS-model NEK danas upotrebljavamo za različite ciljeve, kao što je potpora pri osiguranju nuklearne sigurnosti kod održavanja opreme, pri planiranju remonta i ocjeni važnosti modifikacija. Glavni cilj je postizanje čim veće nuklearne sigurnosti odnosno nadzor mogućeg rizika.

## Program periodičnog pregleda i ocjene sigurnosti

Cilj desetogodišnjeg periodičkog pregleda sigurnosti (PSR - Periodic Safety Review) je provjera sigurnosti djelovanja elektrane obzirom na sadašnje sigurnosne zahtjeve i postojeću praksu. Periodički pregled sigurnosti prepoznat je u elektrani kao važan segment upravnog nadzora.

U razdoblju od 2001. do 2003. proveli smo program i izradili odgovarajuće dokumente. Slijedeći korak, od 2004. do 2008. je provedba određenih mjera i modifikacija.

U okviru periodičnog pregleda sigurnosti NEK pregledani su slijedeći faktori sigurnosti:

1. Pogonska iskustva
2. Sigurnosne analize
3. Kvalifikacija opreme i staranje
4. Sigurnosna kultura
5. Plan i akcije u primjeru izvanrednih događaja
6. Radiološka sigurnost i utjecaj na okoliš

Po detaljnom pregledu svih faktora sigurnosti od strane različitih pregledatelja načinjena je kategorizacija nađenih nedostataka koje su prije svega ocjenjene glede na važnost i vremenski okvir potreban za provedbu. Pregled nije otkrio nikakvu nepravilnost koja bi zahtijevala hitnu zaustavu ili smanjenje snage. Najprije su određene nepravilnosti koje zahtijevaju minimalne napore za implementaciju (27). Ostale nepravilnosti su podijeljene na dvije osnovne skupine: prve koje mogu imati izravan utjecaj na siguran rad (346) i druge koje zahtijevaju dodatnu ocjenu glede sigurnosnih osnova (122).

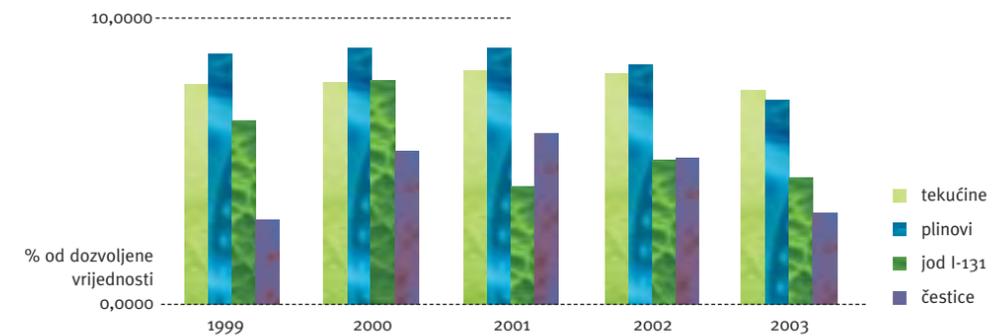
346 nepravilnosti razvrstano je glede na ocjenu rizika za pučanstvo i okoliš, za djelatnike ili glede na rizik zbog rušenja sigurnosnih pregrada. Rezultat toga je da 88 nepravilnosti zahtijeva određene akcije.

Nepravilnosti koje zahtijevaju dodatnu ocjenu razvrstane su glede na moguć iznalazak novih rizika ili moguće rušenje sigurnosnih pregrada. Od 122 nepravilnosti, njih 37 zahtijeva određene akcije. Na osnovi rezultata kategorizacije napraviti će se akcijski planovi koji će precizno odrediti sve planirane aktivnosti i njihove vremenske okvire za izvedbu. Te aktivnosti moraju biti usklađene i s «Upravo Republike Slovenije za jeдрsko varnost».

## 2. Mali utjecaj na okoliš

### Udio ispuštene aktivnosti glede na dozvoljene vrijednosti:

Aktivnost tekućih ispusta (bez H-3), plinova, joda i čestica u ventilacijskom kanalu za razdoblje od 1999. do 2003.



Ukupni godišnji utjecaj zračenja na okolno stanovništvo zbog rada elektrane, uzimajući u obzir tekuće radioaktivne ispuste i prehrambeni lanac preko riba iz rijeke Save, ocijenjen je na manje od 0.1 postotka doze koju pojedinac primi od prirodnih izvora zračenja.

Poštivanje godišnjeg ograničenja iz lokacijske dozvole, koje iznosi 50 mikro-Sv na udaljenosti 500 m od reaktora, provjerava se mjesečno za ispuste u zrak. Pri tome se uvažava najnepovoljnija prosječna mjesečna razrijeđenost u atmosferi za određeni smjer vjetra i za ispušt pri zemlji. Godišnja doza stalno ispostavljane odrasle osobe je u prošloj godini bila 0,56 mikro-Sv.

Osim ograničenja doze određene su i godišnje dozvoljene vrijednosti ukupne količine radioaktivnosti koja se smije ispuštiti u okolinu.

### Tekuća ispuštanja radioaktivnih tvari

Otpadna voda može sadržavati fisiske i aktivacijske produkte. Aktivnost fisiskih i aktivacijskih produkata (bez tricija H-3, ugljika C-14 i izvora alfa-zračenja) je u 2003. godini iznosila približno 0,2 postotka od godišnje dozvoljene vrijednosti za tekuće ispuste. Aktivnost ispuštenog tricija bila je na polovici propisane vrijednosti. Tricij je izotop vodika koji se nalazi u vodi. Unatoč većoj aktivnosti, u usporedbi s ostalim kontaminirajućim produktima zbog niske radio-toksičnosti je zanemariv.

Poštivani su bili tehnički normativi elektrane koji zahtijevaju da za svaki, pa i kratkotrajni, ispušt otpadne vode koncentracija radioaktivnosti u kanalu ne premašuje propisane vrijednosti.

#### Podaci o radioaktivnim ispuštima u tekućinama za 2003. godinu

radioaktivne tvari	godišnja dozvoljena vrijednost	ispuštena aktivnost (Bq)	postotak
fisijski i aktivacijski produkti	200 GBq	0,359 GBq	0,179 %
tricij (H-3)	20 TBq	10,3 TBq	51,7 %

#### Ispuštanje radioaktivnih tvari u zrak

Ukupna godišnja aktivnost ispuštenih plemenitih plinova je približno bila 0,1 posto od dozvoljene vrijednosti za ekvivalent aktivnosti ksenona Xe-133.

Aktivnost ispuštenog radioaktivnog joda je glede na dozvoljen ekvivalent aktivnosti joda I-131 bila zanemariva. Radioaktivni izotopi kobalta i cezija, koji se pojavljuju u obliku čestica, zbog filtriranja ispuštenog zraka, izmjereni su u jako niskim koncentracijama. Detaljniji podaci prikazani su u Tabeli 2.

#### Podaci o radioaktivnim ispuštima u zrak za 2003. godinu

radioaktivne tvari	godišnja dozvoljena vrijednost	(ekvivalent)	ispuštena aktivnost	postotak
fisijski i aktivacijski plinovi	110 TBq	(Xe-133)	0,119 TBq	0,108 %
jod (I-131 i ostali)	18,5 GBq	(I-131)	0,223 MBq	0,0012 %
aerosoli - čest (kobalt, cezij, ...)	18,5 GBq		0,0323 MBq	0,000175 %
tricij (H-3)		-	1,22 TBq	-
ugljik (C-14)		-	0,11 TBq	-

#### Mjerenje parametara rijeke Save i podzemnih voda

U 2003. godini su bila izvedena sva propisana mjerenja temperatura, protoka i koncentracije kisika u savskoj vodi, te mjesečna mjerenja biološke i kemijske potrošnje kisika.

Porast temperature Save zbog ispusta vode za hlađenje, u točki miješanja nije bio viši od dozvoljenih 3 °. Za potrebe hlađenja dozvoljeno je iz Save uzeti najviše jednu četvrtinu protoka.

Elektrana obavlja redoviti nadzor podzemne vode temeljem neprekidnih mjerenja visine i temperature na tri provrta i na dvije lokacije na rijeci Savi, te tjedna mjerenja na deset provrta krško - brežiškog polja.

Čišćenje komunalnih otpadnih voda se obavlja posebnim uređajima za čišćenje.

#### Podaci o radioaktivnom otpadu i istrošenom gorivu

U 2003. godini je bio napunjen 161 spremnik s radioaktivnim otpadom. Na kraju 2003. godine je bilo ukupno 4745 standardnih i cjevastih spremnika (koji imaju volumen triju standardnih spremnika od 200 l). Ukupni volumen stisnutog otpada bio je 2253 m<sup>3</sup>, ukupna aktivnost manja od 18,4 T Bq.

U bazenu za istrošeno gorivo je spremljeno 707 istrošenih gorivih elemenata iz prethodnih devetnaest ciklusa. Ukupna masa istrošenog gorivnog materijala je 276 tona.



### 3. Nadgradnja pogonskog nadzora

#### Nadzor i upravljanje proizvodnim procesom

Sve aktivnosti nadzora i upravljanja proizvodnim procesom smo obavili u skladu s postupcima i planom aktivnosti na snazi. Optimalno smo dizali koncentraciju bora u sustavima elektrane s ciljem prijelaza na duži (18 mjesečni) ciklus. Kao i dosad, sve akcije rukovanja gorivom izveli smo bez vanjskih izvođača. Koordinirali smo aktivnosti otvaranja i zatvaranja reaktora i izmjene goriva.

Vodi smjene u kontrolnoj sobi smo u popodnevnoj smjeni dodali dodatnog glavnog operatera koji obavlja administrativno tehničke poslove i omogućava vodi smjene bolji pregled sigurnog i pouzdanog rada elektrane. Napravili smo reviziju postupaka za strojare opreme u cilju bolje i lakše primjene postupaka kod izvođenja pogonskih aktivnosti. Nastavilo se s uređivanjem dokumentacije u kontrolnoj sobi. Izuzeti su ne-pogonski postupci koji su dostupni preko Intra mreže NEK.

Pogonske postupke smo uredili i postavili na primjerenije lokacije i time omogućili njihovu bolju dostupnost osoblju kontrolne sobe. U punoj mjeri je zaživjela računalna priprema i vođenje izolacije opreme i uređaja, te računalno vođenje evidencije o odstupanjima. Razvili smo postupak za izvođenje samo-ocjenjivanja pogonskih aktivnosti. Dodatno smo razvili 10 novih postupaka. Na simulatoru smo provjerili i dali u uporabu 5 novih postupaka za djelovanje u slučaju požara u tehnološkom dijelu elektrane. Osim toga, pregledali smo 104 pogonska postupka (abnormalnih, alarmnih, sustavnih), te zaključili 82 korektivne akcije iz programa Pogonskih iskustava. Razvili smo i četiri pokazatelja uspješnosti za praćenje mjesečnih podataka na razini elektrane. Time smo poboljšali i evidenciju o nedostacima koji utječu na sposobnost operatera za učinkovitim nadzorom i upravljanjem elektrane.

U 2003. godini nastavljamo ambiciozan program osposobljavanja na radnom mjestu. Četiri strojara opreme osposobljena su za dodatna područja rada. Time se približavamo cilju osposobljavanja svih strojara za sva područja rada. Odgovarajući broj strojara opreme je osposobljen za servisiranje novih kotlova koje smo dali u pogon nakon remonta 2003. I na radnim mjestima reaktorskih operatera približavamo se postavljenom cilju, a to je da svi reaktorski operater budu osposobljeni za sva tri područja rada. U 2003. godini četvero ljudi je bilo osposobljeno za operatere ostalih sustava i troje za dodatne operatere ostalih sustava. Osim toga, jedan operater je osposobljen za glavnog operatera, dvojica vođa smjena se u sklopu prijenosa znanja s starijih zaposlenika specijaliziraju za vođenje izmjene goriva i upravljanje sustava otpadnih plinova.



Oprema  
za požarnu  
zaštitu



Izvođenje  
nadzornih  
testiranja



Trenuci iz  
vježbe



Poziranje u  
kompletnoj  
zaštitnoj  
opremi

Svojim znanjem i iskustvima smo podupirali i druge procese. Dvojica vođa smjene su u sklopu rotacije obavljala poslove tjednih koordinatora za nadzor izvođenja aktivnosti na snazi, dva licencirana glavna operatera obavljaju funkcije instruktora na simulatoru. Osim toga, dopunjavali smo programe osposobljavanja smjenskog osoblja.

### Izvođenje nadzornih testiranja

U godini 2003. u cijelosti smo izveli planirani program nadzornih testiranja koji osigurava ispunjavanje svih zahtjeva tehničkih specifikacija i standarda ASME, sekcije XI, za ventile i crpke. Program obuhvaća testiranje svih sigurnosnih komponenti elektrane. Na taj način provjeravamo sposobnosti sigurnosnih te ostalih važnih sustava i uređaja da djeluju bez greške unutar zahtijevanih kriterija prihvatljivosti. Time smo osigurali pouzdano i sigurno djelovanje elektrane.

Za nesmetano i kvalitetno izvođenje programa nadzornih testiranja je potrebno osigurati planiranje, izvođenje i nezavisan pregled svih nadzornih testiranja. Isto tako, potrebno je neprestano dograđivati cjelokupni program testiranja, kamo spada i poboljšavanje svih postupaka za izvođenje nadzornih testiranja.

Nadzornih testiranja izvedenih tijekom rada bilo je 2312, a za vrijeme remonta 430.

Poboljšan je način provjere i planiranja nadzornih testiranja nakon akcija održavanja sa svim promjenama u računalnim aplikacijama procesa radnog naloga. Omogućen je lakši pristup do analitičkih podataka testnih rezultata u računalnoj aplikaciji.

### Požarna zaštita

Zahvaljujući visokom stupnju požarne zaštite u 2003. godini nismo imeli u elektrani nijednog požara. Dobru požarnu zaštitu ostvarili smo pregledom planiranih aktivnosti na tjednim i dnevnim sastancima, redovitim i izvanrednim obilascima, izdavanjem dozvola za poslove sa toplinskim učincima (282 smo ih izdali, od toga 137 u času remonta), te nadzorom djelotvornosti požarnih sustava i uređaja za detekciju, gašenje i sprečavanje širenja požara. Pored požarnih straža koje osiguravaju sami izvođači, s vatrogascima smo osigurali još 30 stalnih požarnih straža u trajanju preko 300 sati.

Za vrijeme remonta povećali smo frekvenciju obilazaka svih gradilišta kao i prisutnost u reaktorskoj zgradi.

Obavili smo u cijelosti program nadzornih testiranja požarnih sustava i uređaja prema zahtjevima tehničkih specifikacija i domaćih zakona. Pridobili smo 30 petogodišnjih atesta u skladu s domaćom regulativom. Zamjenom cjevovoda i dobrim nadzorom postigli smo minimalno puštanje vanjske hidrantne mreže.

U cijelom opsegu obavljen je program tečaja iz požarne zaštite. Uz osposobljavanje zaposlenika NEK izvedeno je osposobljavanje izvođača požarne straže za pogodbene djelatnike. Izveli smo petnaest požarnih vježbi zajedno s vatrogascima NEK od tega jednu u sudjelovanju s profesionalnom vatrogasnom jedinicom iz Krškog i dvije s članovima voda požarne zaštite NEK.

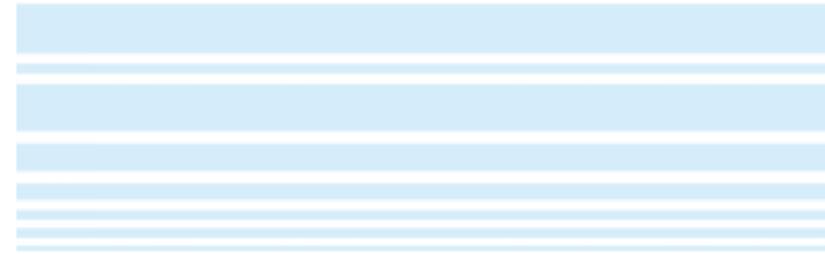
Internom preraspodjelom osigurali smo i poslali na školovanje za vatrogasce djelatnika Službe proizvodnje da bi nadomjestili manjak zbog odlaska u mirovinu. U 2003. godini još jedan djelatnik u odijelu požarne zaštite položio je državni ispit za ovlaštenu osobu za područje požarne sigurnosti.

U 2003. godini završili smo pregled FP penetracija, uredili priručna skladišta i revidirali analize požarne opasnosti.

### Planiranje i nadzor izvođenja aktivnosti

U 2003. godini pripremili smo i uspješno izveli aktivnosti tijekom rada reaktora za 19. i 20. ciklus, plan pred remontnih aktivnosti za remont 2003, plan remonta 2003 i plan prisilne zaustave. U planu aktivnosti tijekom rada reaktora za 20. ciklus uskladili smo 7900 aktivnosti i koordinirali ih na tjednim i dnevnim sastancima. Remontni plan za 2003. godinu sadržavao je 6024 aktivnosti koje smo nadzirali i koordinirali 24 sata na dan pomoću dežurnih koordinatora remonta. Tako smo završili remont uz poštivanje svih zahtjeva sigurnosti u zaustavi za 25 dana i 16 sati, što je 43 sata prije od planiranog.

U 20. gorivnom ciklusu došlo je do dviju prisilnih zaustava u stanju vruće pripremljenosti, prva zaustava u trajanju 19 sati s ukupnim brojem aktivnosti 58 i druga zaustava u trajanju 1 dana i 18 sati s 83 aktivnosti.



U pripremi je plan remonta 2004 kao i plan remonta 2006 na osnovi specifičnih informacija za svaki remont. Sudjelujemo pri radu većine poslova ALARA skupine. Osoblje održavanja osposobili smo za upotrebu računalnih aplikacija za planiranje i za proces radnog naloga. Na izlazu iz upravne zgrade pridobili smo dodatan prostor za usklađivanje remontnih aktivnosti i aktivnosti na snazi s pojedinim izvođačima. Na više mjesta postavili smo table koje upozoravaju izvođače koji sigurnosni krug je u određenom tjednu zaštićen.

### Osiguravanje pouzdanosti i raspoloživosti sustava i uređaja

U svrhu boljeg i djelotvornijeg praćenja raspoloživosti i djelovanja sustava i uređaja nastavili smo s razvojem programa nadzora proizvodne sposobnosti, programa nadzora učinkovitosti održavanja i programa uvida u stvarno stanja sustava. Kao mehanizam za brzu ocjenu stanja i djelotvornosti određenih sustava, određivanje potrebnih korektivnih akcija, njihov prioritet i dugoročno planiranje kao i praćenje učinkovitosti izvođenja korektivnih akcija u NEK uveli smo zajedničko izvješće gdje su zbrane sve važnije aktivnosti, nepravilnosti i poboljšanja na sustavima u periodu ocjenjivanja.

Tromjesečno smo pripremili izvješća o stanju sustava i predložili 55 korektivnih akcija za veću sigurnost i raspoloživost. Pored toga, sudjelovali smo u pripremi i izvođenju modifikacija, analizirali i rješavali sustavne probleme pri pogonu elektrane, pregledavali pogonske postupke, pripremili 50 privremenih modifikacija, pripremili i vodili 8 značajnijih povremenih aktivnosti, pregledali i unijeli u plan remontne radne naloge te sudjelovali pri izvođenju kompleksnijih remontnih nadzornih testiranja i pogonskih testiranja.

## 4. Značajnije aktivnosti održavanja

### Načela održavanja

Dobra praksa na području održavanja je od ključnog značaja za sigurno i pouzdano djelovanje elektrane. To podrazumijeva izvođenje aktivnosti u optimalnom opsegu, optimalnim vremenskim intervalima na osnovi poznavanja stanja i kritičnosti opreme. U okviru koncepta održavanja tako razlikujemo aktivnosti preventivnog održavanja, koje izvodimo u skladu s programima u određenim vremenskim intervalima, izvođenje prediktivnog održavanja, na temelju kojih određujemo stanje opreme (dijagnostika) i aktivnosti korektivnoga održavanja, koje su većinom namijenjene opremi, koja nije kritična za raspoloživost i sigurnost elektrane.

### Redovito održavanje

Aktivnosti održavanja izvodili smo za vrijeme rada i za vrijeme redovitog remonta. Tijekom rada izvodimo aktivnosti, koje ne utječu na smanjenje sigurnosti i pouzdanosti elektrane. Većinu aktivnosti smo izveli u skladu s programom preventivnog održavanja. Napravili smo nekoliko korektivnih zahvata, koji nisu značajno utjecali na sigurnost odnosno raspoloživost objekta. Slijedi kratak opis značajnijih aktivnosti.

**Strojno održavanje** je izvelo aktivnosti kao što su: servisni pregledi dizalica i uređaja za transport goriva, otvaranje i zatvaranje reaktora, aktivnosti na crpkama primarnih sustava, akcije na približno 50 ventila primarnog sustava, remont-pregled primarnih potpornih elemenata i amortizera, remont ventilacijske opreme, pregled potpornih elemenata sekundarnih sustava, pregled rešetki na Savi, čišćenje cijevi kondenzatora i pregled filtra Taprogge i Amertap, remont dizel-agregata, pregled/remont približno 195 ventila na različitim sustavima sekundarnog kruga, revizijski pregled dijelova turbine i ostalo.

**Održavanje električne opreme** je obuhvaćalo aktivnosti na niskonaponskim stabilnim uređajima (punjenje i testiranje kapaciteta baterija, revizija električnih ormara, grijača i ostalih niskonaponskih uređaja, aktivnosti na niskonaponskim uređajima pruga A i B), aktivnosti na visokonaponskim stabilnim uređajima (aktivnosti na uređajima postrojenja 400kV, 21kV i 6,3kV), aktivnosti na niskonaponskim motornim pogonima (niskonaponski elektromotori, testiranje i preventivne aktivnosti na ventilima s motornim pogonom, prekidači, dizalice), aktivnosti na generatoru, dizel-generatorima i visokonaponskim motorima (revizija glavnoga generatora, revizija dizel-generatora i električnih pomoćnih sustava, remont i revizije različitih elektromotora, remont motora reaktorskih crpki RCP o1 i RCP o2), aktivnosti na relejnoj zaštiti, mjerenjima i regulaciji napona.



**Instrumentacijsko održavanje** obuhvaćalo je aktivnosti na području baždarenja i testiranja približno 1700 instrumentacijskih komponenti (regulacijskih krugova, pretvornika, indikatora, senzora, prekidača, radnih komponenti i ostalog) na svim sustavima, koji utječu na sigurnost i raspoloživost elektrane, servis elektrohidraulične opreme na ustavi, aktivnosti vezane za kalibraciju primarnih sustava, inspekciju nuklearne instrumentacije, testiranje zaštitnih sustava reaktora, mjerenje vremenskih odziva nadzorne instrumentacije, održavanje i razvoj programske opreme na procesnim računalima, korektivno i preventivno održavanje procesnih računalnih sustava.

**Građevinsko područje** je obuhvaćalo aktivnosti na sanaciji 6. preljevnog polja ustave, pregled i sanaciju visokotlačnog tunela CT, antikorozijsku zaštitu cjevovoda sustava CC u RB, pjeskarenje rotora i kućišta niskotlačne turbine.

**Prediktivno područje** je obuhvaćalo aktivnosti prepoznavanja stanja opreme. Za to upotrebljavamo različite dodatne tehnike koje nisu dio primarnog održavanja: nadzor termovizijskom inspekcijom, vibracijski nadzor značajnijih rotacijskih komponenata i nadzor ulja.

### Posebne remontne aktivnosti održavanja

U skladu s planom održavanja izveli smo i posebne aktivnosti, koje inače nisu u sklopu redovitog dijela kratkoročnih programa preventivnog održavanja komponenti, sustava i struktura. U takvim se slučajevima obično radi o izvođenju strateških aktivnosti, pregleda, obnavljanja, popravljanja i zamjena.

Izvedeni su pregledi sustava za upravljanje kontrolnim palicama (rod control), zamjena termo-elemenata za mjerenje temperature RSC u uskom mjernom području (RCS narrow range RTD's), zamjena i servis aktuatora FW izolacijskog ventila 21136, nastavljanje položaja SR/IR neutronske detektora (izvan jezgre), preuredba pneumatskog upravljanja "Pressurizer spray" i PORV ventila.

### Vanjski izvođači

U remontu je sudjelovalo više vanjskih izvođača koji su sposobni za izvođenje aktivnosti u skladu s visokim zahtjevima odnosno standardima nuklearne tehnologije. Uloženo je bilo puno truda već u toku samih priprema za remont. Izveli smo različite tečajeve, kao npr. specijalni tečaj za vođe poslova, tečajeve za održavanje specifičnih komponenti, kao i detaljno planiranje samih aktivnosti. Svi planirani i dodatni poslovi bili su napravljeni kvalitetno, što je potvrđeno i stanjem opreme prilikom samoga pogona, a i kasnijeg rada elektrane. Ponovo se potvrdila važnost uspostavljanja partnerskih odnosa na osnovi razumijevanja, zajedničkog uspjeha i dugoročnog sudjelovanja.

## 5. Radiološka zaštita od pripreme poslova do izvedbe



Pripremni radovi za ugradnju novih rešetki za istrošene gorivne elemente

Poslovi koji su povezani s izvorom ionizirajućeg zračenja su posebno planirani u cilju postizanja racionalno niskog zračenja djelatnika. Mjere za smanjenje ozračenosti predviđaju sudjelovanje odgovornih inženjera i vođa poslova pri planiranju i pripremi poslova. Pri poslovima s povećanim zračenjem u radiološki kontroliranom području u upotrebi su posebni alati i uređaji za manipuliranje, koji omogućavaju posao na sigurnoj udaljenosti, dovoljno visoka razina vode i upotreba olovnih štitnika za zaštitu od zračenja.

Ukupna kolektivna doza u remontnim aktivnostima pri zaustavi elektrane i zamjeni goriva je iznosila 0,72 čovjek-Sv, a za cijelu godinu 0,80 čovjek-Sv. Vanjski izvođači su primili približno 70 % ukupne doze.

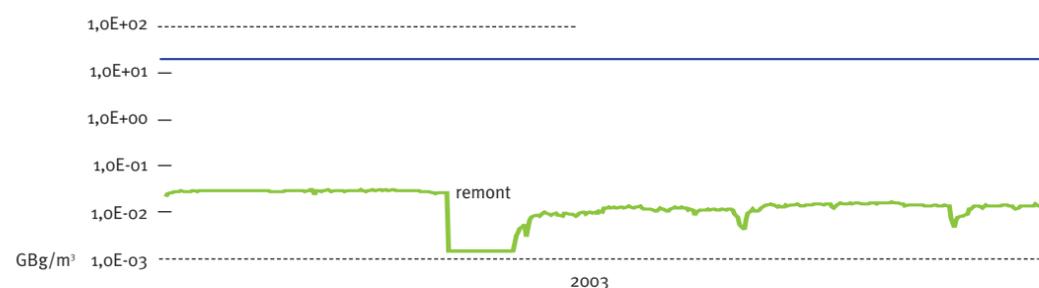
Ukupan broj osoba koje su radile u radiološki kontroliranom području u 2003., je bio 841, od čega je bilo 463 vanjskih. Prosječna doza pojedinca iznosila je 0,95 mSv. Najviše doze su primili djelatnici vanjskih izvođača prilikom pregleda primarnih komponenti i cijevi parogeneratora vrtložnim strujama i to približno 11 mSv. Najviša doza djelatnika NEK iznosila je 6,9 mSv zbog strojnog održavanja primarnih komponenti. Samo 33 djelatnika primilo je dozu nad 5 mSv, od čega četiri nad 10 mSv, ali ipak manje od 12 mSv.

## 6. Kemijski parametri rashladnog sredstva



### Laboratorijska mjerenja on-line analizatorom, usporedba s drugim PWR laboratorijima

Reaktorsko hladilo: ekvivalentna doza I-131



I kemija primarnog rashladnog sredstva utječe na dobro stanje goriva - gorivo bez propuštanja i oštećenja

U 2003. godini smo zadovoljili planirana očekivanja na području ograničavanja korozije tlačnih barijera primarnog kruga, pri osiguravanju odgovarajuće kemije i kondicioniranja goriva, te na području ograničavanja doza.

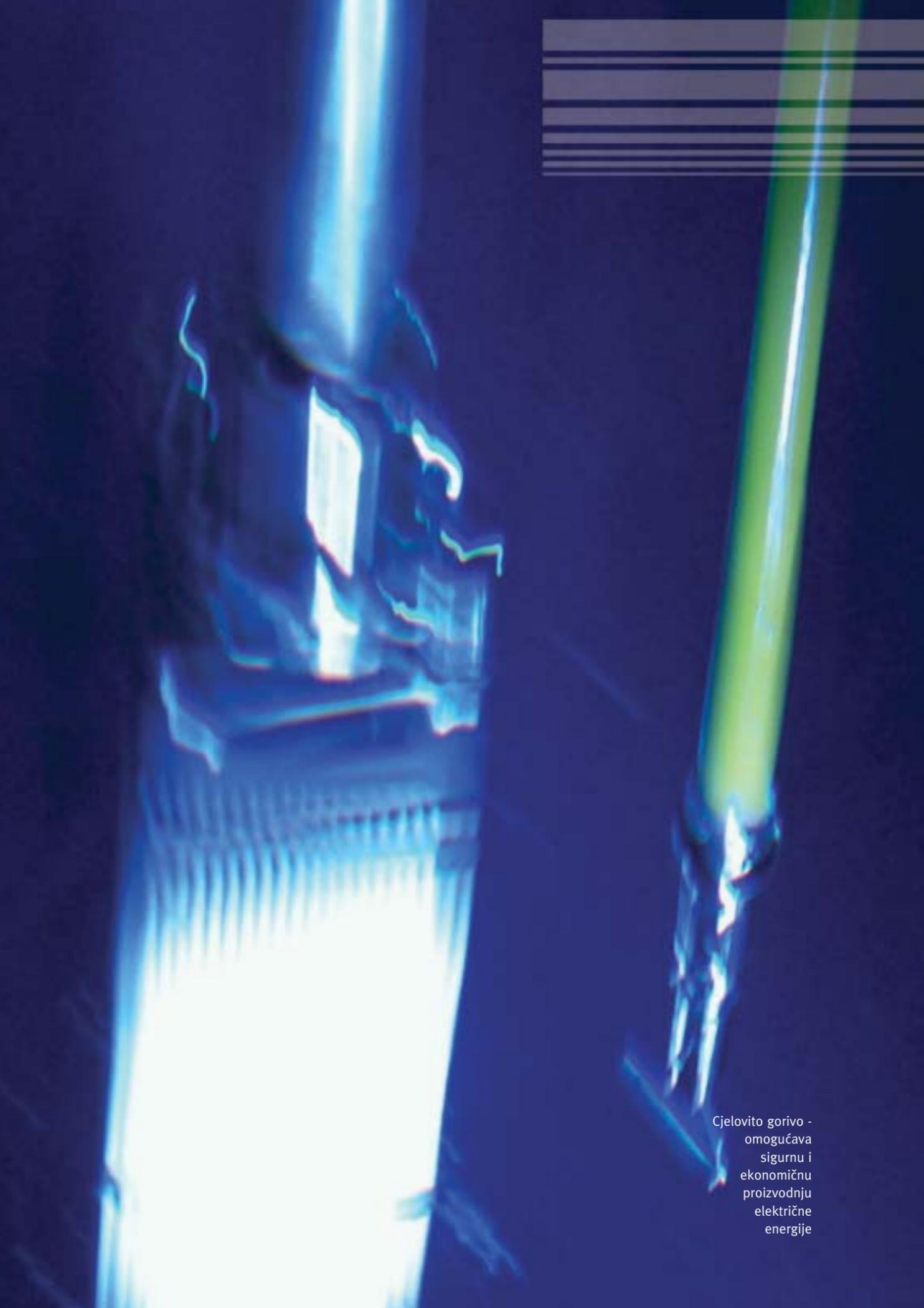
Standardi u kemiji rashladnog sredstva postaju sve zahtjevniji i stroži. Stručne međunarodne institucije izvode projekte i istraživanja vezana uz poboljšanje sigurnosti i raspoloživost elektrana. Zadnja iskustva su uzeta u obzir kod revizije pogonskog postupka NEK koji uređuje kemijske specifikacije i određuje kriterije za korektivno djelovanje u primjeru odstupanja od optimalnih pogonskih uvjeta. Kemijske specifikacije tako konkretno definiraju odgovornosti osoblja, te stvaranjem optimalnih uvjeta za ograničavanje korozijskih mehanizama osiguravaju cjelovitost primarnog, sekundarnog i pomoćnih sustava NEK.

Pokazatelji korozije primarnog sustava i goriva pokazuju odlično stanje. I WANO-pokazatelj uspješnosti sekundarne kemije za 2003. godinu ostaje u okviru prihvatljivih i dopuštenih vrijednosti.

U svibnju 2003. smo bili domaćini tehničkoj misiji WANO koja svoje poslanstvo ispunjava u razmjeni pogonskih iskustava, pregledu određenih pogonskih pokazatelja i pripremi operativnih rješenja, te mogućih poboljšanja. Tema, vezana na erozijsku koroziju u sekundarnom sustavu predložena sa strane NEK, prepoznata je kao područje na kojem je potrebno pronaći dodatne mogućnosti ograničavanja. Erozijska korozija između ostalog uzrokuje deponiranje partikularnog željeznog oksida u parogeneratorima što dugoročno slabi prijenos topline odnosno iskoristivost. Skupina u kojoj su bili eksperti iz EDF i švicarske elektrane Beznau predlagala je mogućnost nadgradnje programa erozije/korozije i predstavila najnovija dostignuća s primjerima dobre prakse iz ostalih, prvenstveno francuskih i švicarskih elektrana. Određene aktivnosti vezane za ograničavanje erozije su već u tijeku.

Sve topliji ljetni mjeseci, te s tim povezana ograničenja rada zbog protoka i temperature rijeke Save vode nas u modifikaciju režima odvođenja topline iz kondenzatora. Kemijska služba pripremila je prijedlog na temelju kojeg je prihvaćena odluka o tretiranju otvorenih rashladnih sredstava s biocidima. Prije donošenja odluke o izboru i načinu tretiranja, uz uvažavanje minimalnog utjecaja na okoliš, proučili smo pojedine dobre primjere svjetske prakse i preporuke stručnih ustanova.

Identifikacija, vrednovanje i regulacija kemijskih i radio-kemijskih parametara zahtijeva pridobivanje podataka s određenim stupnjem pouzdanosti. Tako u našim laboratorijima već niz godina izvodimo opsežan program kontrole kvalitete. Već uhodanom programu interkomparacijskih mjerenja smo u 2003. godini dodali novi segment koji pokriva pojedine on-line analizatore. Već po prvom nizu usporednih mjerenja ovlaštena institucija, koja je nosilac programa, dodijelila nam je certifikat odličnosti budući da je bilo slaganje izmjerenih parametara unutar strogih kriterija.



Cjelovito gorivo -  
omogućava  
sigurnu i  
ekonomičnu  
proizvodnju  
električne  
energije

## 7. Cjelovitost goriva

### Projekt nuklearne jezgre

Projekt nuklearne jezgre čine: nuklearni projekt i termo-hidraulični izračuni. Nuklearni projekt određuje reaktivnost, raspodjelu snage u jezgri i gorivu, te niz parametara od kojih ovise izgaranje urana, regulacija i stabilnost reaktora. Termo-hidraulički izračuni osiguravaju odgovarajući odvod topline u svim pogonskim stanjima.

U 2003. godini je bio zaključen 12-mjesečni pogonski ciklus 19 i započeo je prijelazni 15-mjesečni ciklus 20 koji će prema predviđanjima trajati do 4. rujna 2004. Produženje ciklusa je zahtijevalo zamjenu 44 gorivna elementa od 121 koliko ih čini jezgru reaktora. Sva 44 elementa u reaktor su uložena prvi put, a među njima je 12 takvih koji su sadržavali 4,75% urana 235 i 32 elementa s 4,95% urana-235. Reaktor je u ciklusu 19 radio u skladu s propisanim vrijednostima i parametri su se jako dobro slagali s projektiranim. Ukupna proizvedena termalna energija u ciklusu 19 odgovara radu 331,5 dana na efektivnoj punoj snazi. Na kraju 19. ciklusa ukupna dužina pogona reaktora je 16,77 EFPY. Mjerenja u ciklusu 20 potvrđuju da reaktor radi u skladu s pogonskim ograničenjima i projektnim izračunima.

### Nadzor i optimizacija djelovanja reaktorske jezgre

Projektirane vrijednosti i propisana ograničenja fizikalnih parametara nuklearne jezgre predmetom su stalnog nadzora koji obuhvaća testiranja, mjerenje, kalibraciju nuklearne instrumentacije i izračune kojima se provjerava i potvrđuje sigurno djelovanje elektrane i goriva. U tu svrhu upotrebljavamo računalni sistem BEACON, koji stalno prati djelovanje reaktora. Uz njegovu pomoć možemo optimizirati način djelovanja u slučaju planiranih tranzijenata, te kod pogona reaktora i zaustave reaktora na kraju gorivnog ciklusa. Na taj način doprinosimo smanjenju radioaktivnog otpada, definiranom slijedu svih važnih parametara za reaktor, radu reaktora u propisanim granicama i brzoj uspostavi ravnotežnih uvjeta po završenom tranzijentu. Računalni sistem BEACON omogućava punu podršku proizvodnji, te poštivanje svih predlaganih zahtjeva kod prognoze odvijanja tranzijenta.

## Pregled nuklearnog goriva

U remontu 2003 su bile izvedene tri vrste inspekcijskog pregleda gorivnih elemenata. Metodom provjere nepropusnosti gorivnih košuljica smo pregledali svih 121 gorivnih elemenata jezgre ciklusa 19. Metoda registrira ispuštene radioaktivne plinove. Na našoj se elektrani izvodi neprekidno od 1999 godine na svim gorivnim elementima koji su sačinjavali jezgru određenog ciklusa. Analiza rezultata na elementima jezgre 19. ciklusa je pokazala da su svi gorivni elementi ispunili kriterije nepropusnosti. Isto tako, ocjenjeno je stanje osam elemenata, na kojima su pregledani vijci opruge gornje sapnice gorivnog elementa, kao zadovoljavajuće. Dva elementa su i vizualno pregledana.

## Cjelovitost nuklearnog goriva

Cjelovitost goriva je parametar koji pratimo neprekidno, a ujedno je i pokazatelj uspješnosti izvedbe programa «Cjelovitosti goriva». Ocjenjujemo ga na temelju evaluacije izmjerenih specifičnih aktivnosti određenih izotopa (joda, plemenitih plinova, izotopa cezija...) u primarnom rashladnom sredstvu. Osnovni pokazatelji stanja goriva pokazali su da je ciklus 19 završio bez oštećenih gorivnih šipki. Konačna shema jezgre ciklusa 20 sastavljena je iz elemenata čija je cjelovitost potvrđena testom nepropusnosti. Shema jezgre 20. ciklusa omogućava 15-mjesečni rad na snazi. Na osnovi vrijednosti fizijskih produkata u primarnom rashladnom krugu, stabilnih vrijednosti specifičnih aktivnosti jodovih izotopa i izotopa plemenitih plinova te postotka najviših vrijednosti joda-131 i izotopa cezija pri promjenama snage u 20. ciklusu (u 2003. godini) možemo tvrditi da u jezgri ciklusa 20 nema oštećenja na šipkama gorivnih elemenata.

Nuklearna elektrana Krško već sedmi ciklus za redom (izuzetak je slabije stanje cjelovitosti goriva na kraju 16. ciklusa, 2000. godina) nema problema s propuštanjem ili oštećenjima gorivnih šipki, čime je već dosegla svoj cilj te cilj INPO-standarda (FRI  $5E-4$   $\mu\text{Ci/g}$ ). Prosječna vrijednost faktora pouzdanosti goriva (FRI), za 2003. godinu, manja je od 5% vrijednosti INPO standarda

## 8. Izvođenje nadzora tlačnih pregrada

### Nadzor primarnih komponenti

U NEK izvodimo program stalnog nadzora opreme, koji najčešće zovemo “In Service Inspection” ili program ISI. Preglede obavljamo metodama koje nemaju utjecaj na mjerenu opremu, tj. ne-destruktivnim metodama (NDE - Non Destructive Examination). Naš temeljni cilj je prepoznati degradacije komponenti, koje nastaju tijekom rada. Program nadzora u skladu s odgovarajućim standardima i zahtjevima Tehničkih specifikacija analizira komponente koje predstavljaju granice primarnog sustava - tj. komponente takozvanog sigurnosnog razreda I, II i III. Na temelju ISI-plana po programu za 2003. godinu smo izveli sve planirane aktivnosti ne-destruktivnim metodama (vizualne, s penetrantima, magnetne i ultrazvučne). Dodatno smo izveli slijedeće važnije aktivnosti: vizualni pregled plašta zaštitne posude sukladno zahtjevima programa, pregled mogućih lokacija propuštanja borne vode i posljedično korozije komponenti iz ugljičnog čelika, pregled cijevi parogeneratora (50%) metodom vrtložnih struja, pregled penetracija reaktorske glave te ultrazvučni pregled podzemnih cjevovoda sustave bitne opskrbne vode (ESW).

Inspekcije koje smo obavili tijekom remonta 2003 ukazuju na kvalitetno stanje pregledanih komponenti, što potvrđuje dobro stanje primarnih tlačnih pregrada.

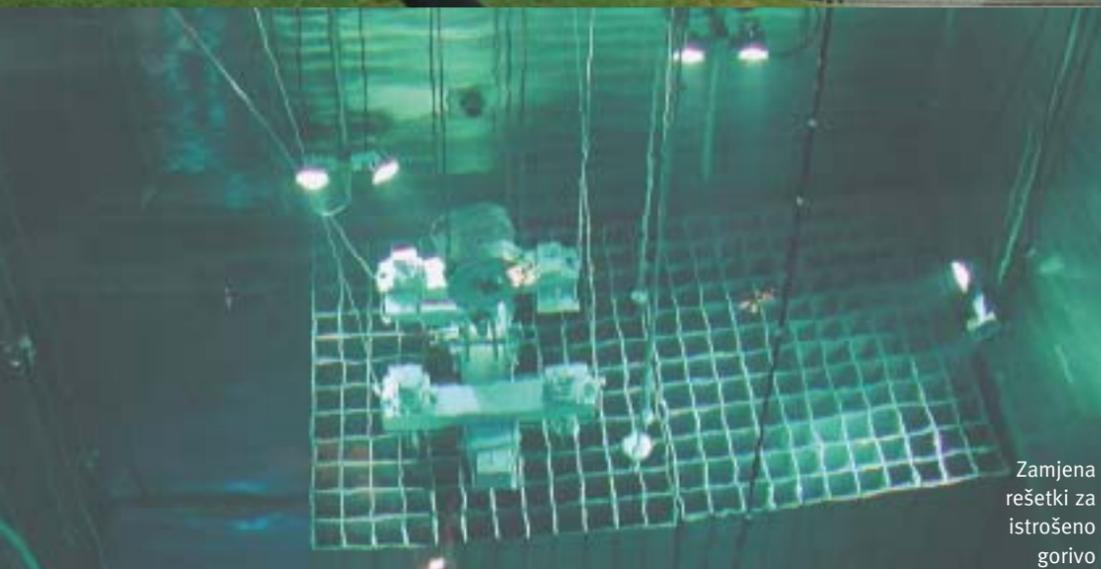
### Nadzor komponenti sekundarnih sustava

Temeljni cilj ovih aktivnosti je pravovremeno otkrivanje smanjenja debljine stijenke komponenti zbog erozije i korozije. U sklopu toga izvodimo inspekciju komponenti iz programa utvrđivanja erozije/korozije i inspekciju posuda pod tlakom. U okviru programa erozija/korozija smo pregledali 67 komponenti iz osnovnog i 39 komponenti iz dodatnog opsega.

U svrhu korektivnih akcija nanovo je bilo ugrađeno 6 komponenti (4 zbog istrošenosti i 2 u okviru novih projektnih promjena). Debljine stijenki svih ostalih komponenti su bile izmjerene u granicama dozvoljenih vrijednosti i nisu bile potrebne sanacije. Mjerenje debljine stijenki tlačnih posuda smo izveli na 21 posudi. Nijedan pregled nije otkrio smanjenja debljine ispod dopuštene vrijednosti. Na posudama gdje su već prije bile opažena oštećenja, pregledi su to samo potvrdili.



Ultrazvučno  
testiranje  
debljine  
stjenke  
cjevovoda



Zamjena  
rešetki za  
istrošeno  
gorivo

## 9. Tehnološke modifikacije

U 2003. godini je bio prihvaćen dugoročni plan investicija koji ima ishodište u Međudržavnom ugovoru i obuhvaća razdoblje do 2008. Plan se temelji na objektivnoj procjeni tehnološkog stanja NEK sa stanovišta sigurnosti i stabilnosti pogona, kao i ekonomičnosti rada. Plan će biti godišnje dopunjen, odnosno revidiran, ukoliko se budu mijenjali pogonski uvjeti ili formalni zahtjevi domaće i međunarodne regulative. Predloženi se plan isto tako temelji na sveopće prihvaćenom principu stalne tehnološke nadgradnje da bi se osigurala čim viša razina nuklearne sigurnosti i pogonske stabilnosti. Kod pripreme dugoročnog plana investiranja uzeta su u obzir slijedeća ishodišta:

- strateška usmjerenja uprave NEK za osiguravanje sigurnosti i stabilnosti pogona NEK,
- zahtjevi «Uprave Republike Slovenije za jeдрsko varnost» i ostalih organa,
- zahtjevi institucija države dobavljačice tehnologije,
- preporuke dobavljača opreme, međunarodna iskustva iz nuklearne operative sakupljena preko INPO, WANO udruženja,
- programi NEK za praćenje stanja opreme (Program nadzora učinkovitosti održavanja i izvještavanja o stanju sustava).

U sklopu stalne tehnološke nadgradnje u 2003. godini su bili zaključeni slijedeći veći projekti:

### Zamjena rešetki za istrošeno gorivo

Cilj navedenog projekta je izvedba dugoročnog i sigurnog pohranjivanja istrošenog goriva u postojećem bazenu do kraja životnog vijeka elektrane. U tu smo svrhu povećali kapacitet skladištenja istrošenih gorivnih elemenata u bazenu sa 828 na 1694. Povećanje kapacitete je bilo omogućeno kombinacijom postojećih i novih super-zgusnutih rešetki. Ukupno je u bazen ugrađeno 9 novih rešetki s 1073 lokacija. Od 12 starih rešetki, tri su bile odstranjene, a u preostalim 9 ostalo je 621 lokacija.

### Zamjena kotlova za pomoćnu paru

U sklopu ove modifikacije su bili zamijenjeni kotlovi (u paketu s odgovarajućom strojnom opremom za odvod pare, dovod vode za napajanje, dovod ulja za loženje te dovod pare za grijanje kotlova u stanju pripremljenosti). U sklopu modifikacije je bila izvedena i zamjena mjernih i regulacijskih strujnih krugova.

### Zamjena toplinskih izmjenjivača sustava za odmuljivanje parogeneratora

Ugrađeni su učinkovitiji toplinski izmjenjivači za hlađenje sustava za odmuljivanje parogeneratora (BD) pomoću sustava kondenzatne vode (CY). Razlozi za zamjenu su bili viša ulazna temperatura sustava kondenzatora i smanjen protok istoga. Osim toga je zbog začepljenosti cijevi izmjenjivača bila dodatno smanjena i sposobnost odvajanja topline.

### Obnova uređaja vođenja u 400 kV rasklopnom postrojenju

400 kV rasklopno postrojenje NEK preko sabirnica je već povezano s RP Krško. Potrebno je bilo raširiti sustav vođenja i nadzora.

Temeljni cilj modifikacije bio je u cijelosti zaključiti sustav vođenja i nadzora (Supervisory Control and Data Acquisition - SCADA) u novo izgrađenom postrojenju RP 400/110 kV Krško, koje sustavno povezuje i uređaje za vođenje, mjerenje i zaštitu 400 kV rasklopnog postrojenja NEK.

### Instalacija video kamera

Za potrebe radiološkog nadzora poslova u kontroliranom području (FHB i RB) u okviru modifikacije ugrađene su se slijedeće daljinsko vođene kamere odnosno video oprema:

- u FHB na elevaciji 115,55 za nadzor bazena istrošenog goriva,
- u RB na elevaciji 100,3 za nadzor ulaza u područje parogeneratora
- u RB na elevaciji 107,62 za nadzor ulaza u područje parogeneratora,
- u RB na elevaciji 115,55 za nadzor događanja u okolici reaktorskog bazena i otvora za unos opreme.

### Zamjena podvodne rasvjete u reaktorskoj zgradi (RB)

Zbog dotrajalosti postojećih svjetiljki i zbog činjenice da nije moguće nabaviti rezervne dijelove za postojeće svjetiljke bila je donesena odluka o zamjeni podvodne rasvjete. S novim svjetiljkama smo ostvarili bolju osvjetljenost reaktorskog bazena s manjim brojem svjetiljki. Nove svjetiljke imaju 8 puta veću jakost svjetla pri istoj snazi, mogućnost djelovanja u i izvan vode, te 10 puta duži životni vijek.

## 10. Osposobljavanje kadrova

Stručno osposobljavanje djeluje kao samostalna organizacijska jedinica koja svojom ulogom tijesno sudjeluje s ostalim organizacijskim jedinicama elektrane. Poslanstvo Stručnog osposobljavanja je osigurati kvalitetnu pripremu i izvedbu programa osposobljavanja i tako prispjevati visokoj razini osposobljenosti i profesionalnosti osoblja te sigurnom i pouzdanom radu elektrane.

Osposobljavanje osoblja NEK se izvodi na osnovi odobrenih programa i godišnjeg plana kojeg oblikujemo u suradnji s vođama pojedinačnih organizacijskih jedinica. Godišnji plan osposobljavanja je oblikovan na temelju potreba i s ciljem osiguravanja potrebnog broja odgovarajuće osposobljenog kadra.

Programi osposobljavanja u velikoj se mjeri pripremaju i izvode u sklopu aktivnosti Stručnog osposobljavanja i drugih organizacijskih jedinica. Djelomično se osposobljavanje izvodi i u sudjelovanju s vanjskim institucijama kako domaćim tako i stranim.

### Osposobljavanje pogonskog osoblja

Početno osposobljavanje skupine novih operatera reaktora u 2003. godini je bilo nastavljeno u sklopu tečaja Tehnologije nuklearnih elektrana, koji obuhvaća teoretske osnove djelovanja elektrane. U nastavku se je osposobljavanje provodilo s ciljem upoznavanja sustava i pogona elektrane, čiji dio se je odvijao u obliku osposobljavanja na radnom mjestu i na simulatoru.

Stalno stručno osposobljavanje licenciranog osoblja se je izvodilo u skladu s dvogodišnjim planom i važećim zakonima. Program je zasnovan na analizi poslova i zadataka koja predjeljuje potrebna znanja i vještine. Godišnje osposobljavanje za smjensko osoblje i osoblje proizvodnje je bilo provedeno u četiri jednotjedna segmenta. Osposobljavanje je provedeno u obliku predavanja i scenarija na simulatoru. U zadnjem godišnjem segmentu su obavljani ispiti za obnovu licence za Operatere i Glavne operatere reaktora, u sklopu kojih je ispit uspješno obavilo svih 22 kandidata. Ispite je provodila skupina stručnjaka sastavljena iz članova ispitne komisije URSJV, vodstva Proizvodnje te instruktora Stručnog osposobljavanja.



Stalno stručno osposobljavanje strojara opreme se je provodilo usporedno s osposobljavanjem osoblja s dozvolom za rad, tako da su bila izvedena četiri jednotjedna segmenta osposobljavanja. Program je bio oblikovan tako da je obuhvaćao sadržaje koji osiguravaju očuvanje i nadgradnju znanja i vještina koje strojari opreme trebaju pri svojem poslu. Program osposobljavanja je obuhvaćao sadržaje iz općih, stručnih i specifičnih područja, naglasak je bio na praktičnom osposobljavanju strojara opreme upotrebom sustavnih pogonskih postupaka. Djelomično je osposobljavanje provedeno zajedno s licenciranim osobljem, naime strojari opreme sudjelovali su prilikom izvođenja određenog broja predavanja i scenarija na simulatoru.

U 2003. godini, sukladno ustaljenoj praksi pred remontom, bilo je provedeno osposobljavanje ekipe za izmjenu goriva.

U 2003. godini smo nastavili s izvedbom tečaja za Poboljšanje timskog rada smjenske ekipe kojemu su prisustvovala sve smjene.

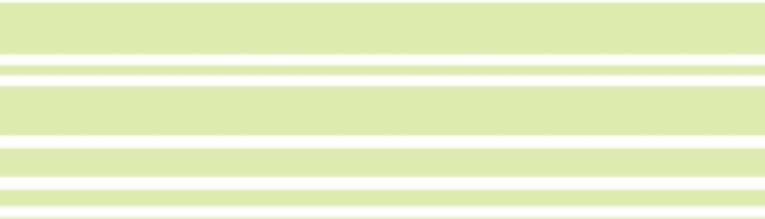
### Osposobljavanje osoblja održavanja i ostalih potpornih funkcija

Stručno osposobljavanje tehničkog osoblja obuhvaća tečajeve kojih je cilj pridobivanje općeg i specijalističkog znanja za potrebe održavanja i potpornih funkcija.

U sklopu početnog osposobljavanja tehničkog osoblja u 2003. godini su bila izvedena dva tečaja iz osnova tehnologije nuklearnih elektrana koja su u skladu s prethodnim iskustvima izvedena u sudjelovanju s «Izobraževalnim centrom za nuklearno tehnologijo» u Ljubljani.

Na području osposobljavanja osoblja Održavanja, u sudjelovanju s matičnim organizacijskim jedinicama, oblikovane su matrice potrebnih osposobljavanja za sva radna mjesta. Matrice su preglednici zahtijevanih zakonskih, općih i specijalističkih osposobljavanja na temelju kojih se oblikuju programi početnog i stalnog osposobljavanja osoblja održavanja.

U 2003. godini je bio izveden prvi segment stalnog stručnog osposobljavanja osoblja održavanja, koji će ubuduće biti osnova za program obnove općih i zakonskih znanja. Pojedini specijalistički tečajevi u kojima sudjeluje veći broj slušatelja su bili organizirani u NEK a neki specijalistički tečajevi izvodili su se pri inozemnim izvođačima tečajeva odnosno pri dobavljačima opreme. Pojedina praktična osposobljavanja su bila izvedena tijekom preventivnog održavanja opreme na snazi.



Za veći broj zaposlenih u NEK pred i tijekom remonta je bilo održano dodatno opće osposobljavanje u cilju osiguranja kvalitetnog obavljanja remontnih radova. Bilo je izvedeno i pred-remontno osposobljavanje vođa i koordinatora radova u NEK.

U 2003. godini nastavili smo s provođenjem ustaljenih programa početnog i obnovljenog osposobljavanja na područjima pojedinih zakonsko zahtijevanih znanja kao što su: zaštita i zdravlje na radu, plan akcija u slučaju izvanrednog događaja (NUID), prva pomoć, rad u eksplozijsko ugroženim prostorima, protupožarna zaštita, i opasni materijali. U listopadu je izvedena nenajavljena vježba organizacije NUID, poduprta upotrebom simulatora NEK, u kojoj je sudjelovao dio osoblja NEK.

Na području osposobljavanja iz radiološke zaštite su u skladu sa zakonima bila izvedena početna i obnovljena osposobljavanja.

### Osposobljavanje osoblja vanjskih izvođača poslova

I u 2003. godini smo nastavili s izvođenjem općeg osposobljavanja za vanjske izvođače poslova koje se izvodilo u sklopu priprema za redoviti godišnji remont. Bilo je izvedeno specifično osposobljavanje za vođe odnosno koordinate poslova vanjskih izvođača.

Za vanjske izvođače poslova koji obavljaju poslove u radiološko kontroliranom području NEK obavljen je bio i veći broj tečajeva iz radiološke zaštite.

## 11. Aktivnosti sustava kvalitete

Osiguravanje i provjera kvalitete zgrada, sustava, opreme i usluga s ciljem ostvarivanja sigurnosti stanovništva i zaposlenih nije samo zadatak osoblja sustava kvalitete, već svih zaposlenih. Naš zadatak je da utvrdimo izvođenje propisanih zahtjeva za zgrade, opremu, usluge i radne procese.

### Osiguravanje kvalitete

U službi osiguravanja kvalitete smo u godini 2003 izveli iduće aktivnosti:

- pregled i komentari postojećih postupaka elektrane,
- pregled modifikacijske dokumentacije,
- praćenje modifikacija,
- praćenje procesa nabave,
- praćenje aktivnosti po radnim nalogima,
- praćenje nadzornih testiranja,
- praćenje remontnih radova,
- nadzor nad cijelim procesom izvođenja modifikacija,
- pregledi.

Glede nabrojanih aktivnosti, pregledali smo 584 postupka od kojih smo 172 komentirali. Pregledali smo 37 modifikacijskih dokumenata te pratili izvedbu 8 modifikacija. U sklopu praćenja procesa nabave ukupno smo pregledali 879 zahtjeva sektora Tehničke operative te 325 zahtjeva službe Inženjeringa. Pri praćenju procesa radnih naloga pregledali smo 1546 istih. Izveli smo nadzor izvođenja 54 nadzornih testiranja. U remontu smo provodili nadzor nad 21 vanjskim izvođačem i nad 17 modifikacija.

U okviru NUPIC organizacije smo izveli 12 provjera i pridobili 29 QA-priručnika dobavljača. Na osnovi plana rada za godinu 2003. smo izveli 12 internih, te 17 eksternih provjera uključujući i provjeru izrade goriva. Isto tako, izveli smo reviziju QA Plana (rev.5), Q Liste (rev.5) i Programa QA školovanja (rev.1).

## Kontrola kvalitete

U službi kontrole kvalitete u 2003. godini izveli smo slijedeće aktivnosti:

- preuzimanje materijala, poslova i usklađivanja,
- kontrola aktivnosti u okviru radnog naloga (zahtjevi QC),
- izvođenje i razvoj Programa inspekcije sekundarnih sustava QD4, (Program erozija/korozija i Program inspekcije posuda pod tlakom),
- Izvođenje i razvoj Programa inspekcije protupožarnog sustava QD5,
- revidiranje i pisanje novih programa i postupaka serije QCP,
- kontrola radnog procesa pri proizvođaču u skladu s planom kontrole (inspekcija goriva, dijafragma za CY tank, posude za radiološki otpad),
- sudjelovanje s drugim službama u okviru projekata, gdje služba Kontrole kvalitete može pomoći sa svojim iskustvima,
- osposobljavanje osoblja,
- kalibracija mjerne opreme,
- izvedba tečaja dimenzijske kontrole i vizualne kontrole za potrebe službe održavanja.

U 2003. godini smo imali 1880 preuzimanja robe od čega je bilo 268 reklamacija (267 je riješenih, a jedna je u procesu rješavanja) te 10 usklađivanja. U sklopu primarnog zadatka službe - aktivnosti u okviru radnog naloga - obradili smo 1342 radna naloga (447 električnih poslova, 855 strojarskih i 40 ostalih radova) i izradili 1665 izvješća. U odjelu Kontrole specijalnih procesa pokrivamo područje kontrole zavarivanja, dimenzionalne kontrole i kontrole materijala ne-destruktivnim metodama. Obradili smo 313 radnih naloga te izradili 651 izvješće. Djelokrug službe Kontrole kvalitete uključuje i inspekciju sekundarnih sustava, u što spada Program erozije/korozije, Program inspekcije posuda pod tlakom i Program inspekcije protupožarnog sustava QD5. Izvršili smo 142 inspekcije. Na 6 komponenti koje su nakon toga zamijenjene bilo je otkriveno smanjenje debljine stjenke kao posljedica erozije/korozije.

U sektoru Kontrole kvalitete smo zaduženi za evidentiranje izvješća o nađenim odstupanjima. U 2003. godini izdano je bilo 77 izvješća o odstupanju (16 u službi kontrole kvalitete). Od toga je 68 zaključenih (14 u službi sustava kvalitete), 7 je još nezaključenih, 2 su uvjetno zaključena. U 2003. godini revidirali smo 70 postupaka, 2 programa i izradili 1 novi inspeksijski program. U sklopu izvođenja modifikacija obavili smo 10 manjih inspekcija pri proizvođaču. Sudjelovali smo s drugim službama na područjima, koja nisu uvrštena u gornjim aktivnostima. To su uglavnom nestandardne inspekcije (uglavnom s ne-destruktivnim metodama). U 2003. godini je bila završena izrada Programa inspekcije protupožarnog sustava QD5 i izrada revizije 1 Programa inspekcije sekundarnih sustava QD4. Temeljem remontnih inspeksijskih podataka započela je izrada revizije 2 navedenog programa. U okviru aktivnosti nabave novog nuklearnog goriva aktivno smo sudjelovali u procesu njegove izrade i primitka. U sudjelovanju s TO.VZST su uz pomoć osoblja SKV.QC izvedeni tečajevi dimenzionalne i vizuelne kontrole.

## 12. Nabava

U 2003. godini, stupanjem na snagu Međudržavnog ugovora, Nabava je imala kadrovske promjene (imenovanje direktora), čime je konsolidirana u kompaktnu cjelinu, koja je uspješno na domaćem tržištu i u inozemstvu realizirala nabave usluga i robe. Sukladno Međudržavnom ugovoru, Nabava je dobavljače i izvođače iz država potpisnica ugovora tretirala na isti način.

Budući da smo u početku 2003. godine još uvijek morali poslovati sukladno Zakonu o javnim narudžbama, ugovori za 2003. godinu su bili sklopljeni u okviru tog zakona.

Neposredno pred remontom 2003. godine pojavio se zahtjev u okviru ZVISJV glede vlastitih podataka i dozvola za djelatnike koji rade na nuklearnim objektima. Nabava je u sudjelovanju s URSJV uspješno zadovoljila zahtjeve ZVISJV.

Unatoč navedenim specifičnostima, Nabava je uspjela svoj dio posla obaviti pravovremeno, korektno i u skladu sa zahtjevima internih naručitelja i važećim zakonodavstvom.

Na uvoznom tržištu su se pojavile poteškoće u poslovanju s američkim dobavljačima koji se udružuju u nova društva, napuštaju programe dobave i imaju velike kadrovske promjene. Teškoće ćemo pokušati riješiti prije svega poslovanjem s provjerenim dobavljačima, graditi sudjelovanja s dobavljačima na partnerskim temeljima i obnovom posjeta važnijim i strateškim dobavljačima, što se pokazalo uspješnim proteklih godina.

Osim nabave roba i usluga, Nabava je za potrebe remonta administrirala zahtjeve za dobivanje radnih i boravišnih viza za strane izvođače, angažirane na remontu NEK, te brojne privremene uvoze i izvoze opreme, interne transporte i nadzor carinskog skladišta. Zbog prijelaza na 18-mjesečni gorivi ciklus povećali su se vrijednost i obujam narudžbi za nuklearno gorivo. Petogodišnji ugovor za nabavu uranovog heksafluorida (s 2-godišnjom dodatnom opcijom) donio je NEK veliku uštedu zbog promjena cijena na tržištu. Godišnje to predstavlja više od dva milijuna američkih dolara uštede.

Prilagodbe na promjene, uslijed pristupa EU su se intenzivirale i nastavit će se i u 2004. godini, naročito u traženju europskih alternativnih dobavljača, prije svega zbog ušteda pri transportu i carinskim davanjima koje terete robu uvezenu van EU.



### 13. Zaštita na radu

Cilj zaštite na radu je osiguranje života, zdravlja i radnih sposobnosti svih zaposlenih u NEK-u (djelatnika NEK-a i svih vanjskih izvođača). Osim toga, osiguravamo poštivanje zakonskih zahtjeva i propisa s područja sigurnosti i zdravlja pri radu.

Uspješno smo izveli slijedeće važne aktivnosti:

- provodili oblikovanu filozofiju sigurnosti NEK, razvijali osjećaj odgovornosti za sigurnost i zdravlje na radu te pridonijeli poboljšanju razine sigurnosne kulture za sve djelatnike u elektrani,
- pratili novosti i promjene zakonodavstva iz područja zaštite i zdravlja na radu te ih uveli u sam proces rada,
- obavili pregled poslovnih sredstava (50) te pridobili potvrdu, da su sigurna za rad,
- osigurali novu zaštitnu opremu za postizanje veće zaštite na mjestima s posebnim uvjetima rada,
- izveli proveru radnih mjesta gdje je prisutan monitor te uveli mjere za rad na njima,
- pripremili se za OSART misiju,
- postigli napredak pri praćenju posebno opasnih poslova te djelovali da se sigurnost pri takvim poslovima povećala,
- osigurali veći nadzor kod kretanja djelatnika u područjima električnih sustava,
- postavili smo nove sigurnosne znakove i upozorenja,
- uveli novi režim upotrebe temeljne zaštitne opreme u tehnološkom dijelu elektrane,
- izveli mjerenja poslovnog okoliša i kontrolna mjerenja koncentracije opasnih tvari te osigurali otklanjanje nepravilnosti,
- u cijelosti ostvarili plan zaštite na radu kod osposobljavanja te poradili i na vlastitom stručnom osposobljavanju,
- održavali sastanke s pojedinim službama te zajedno otklanjali nedostatke,
- provodili, pratili i osiguravali provedbu mjera koje proizlaze iz Ocjene rizika na radnom mjestu. Većinu organizacijskih i tehničkih mjera proizašlih iz Izjave o sigurnosti s ocjenom rizika na radnom mjestu također smo obavili.

U 2003. godini je službi zaštite na radu prijavljeno 17 povreda, od čega su se 3 dogodile neposredno kod obavljanja poslova. Zbog povreda je izgubljeno 2.768 sati. Sve povrede smo redovito prijavljivali odgovarajućim institucijama. Isto tako smo obavili nekoliko akcija u cilju smanjivanja povreda na radu.

Siguran  
rad

## 14. Međunarodna prisutnost

### Iskustva drugih, smjernice za naše djelovanje

U elektrani smo svjesni značaja naše aktivne uključenosti u međunarodne organizacije i međunarodni nadzor našeg djelovanja. Samo na taj način možemo postići međunarodno usporedive pogonske i sigurnosne rezultate.

#### WANO

Naša elektrana je još od 1989. godine član Svjetske organizacije operatera nuklearnih elektrana (World Assosiation of Nuclear Operators - WANO). Njena namjena je promocija viših standarda sigurnosti i raspoloživosti, te odličan pogon nuklearnih elektrana. Zbog osjetljivosti odnosa prema nuklearnoj energiji na svjetskom nivou greška jednoga je greška svih, što se i potvrdilo 1986. godine u Černobilu.

WANO održava pet programa za izmjenu informacija, jačanje međusobnih komunikacija, međusobnih usporedbi i prihvaćanja dobrih rješenja:

- međusobne provjere na ravnopravnoj stručnoj razini (WANO misije),
- izmjena pogonskih iskustava,
- pogonski pokazatelji - broj standardiziranih parametara temeljem kojih je moguće uspoređivati elektrane,
- međusobno sudjelovanje i posjete i
- priprema i promocija dobrih operativnih rješenja.

#### INPO

Naša elektrana je već od 1988. godine član Instituta za praćenje pogona nuklearnih elektrana (Institute for Nuclear Power Operations - INPO) u SAD. Taj institut je bio utemeljen 1979. godine nakon događaja na američkoj elektrani Three Mile Island. Njegov cilj je povećati razinu sigurnosti i pouzdanosti nuklearnih elektrana. Sve američke nuklearne elektrane odnosno njihovi upravljači su učlanjeni u tu organizaciju. Članstvo je prošireno kako na pojedinačne upravljače nuklearnih elektrana iz drugih država tako i na proizvođače i projektante nuklearnih objekata.

Temeljna aktivnost instituta su ocjene rada elektrana na temelju rezultata. U tim ocjenama osoblje instituta i drugih elektrana upoređuje kvalitetu pogona s standardima koji se temelje na dobroj praksi i iskustvima iz cijele nuklearne industrije.

Institut također podupire svoje članove u organizaciji kvalitetnih programa obrazovanja za osoblje elektrana. Program analiziranja događaja identificira uzroke i omogućava operaterima nuklearnih elektrana da spriječe njihovo ponavljanje ili ponavljanje sličnih događaja. Četvrta aktivnost instituta je potpora svim članovima pri ispunjavanju zahtjeva u nuklearnoj industriji. To se provodi uz pomoć posjeta, radnim susretima, seminarima, tehničkom dokumentacijom i razmjenom osoblja.

#### IAEA

Međunarodna agencija za atomsku energiju je neovisna organizacija koja djeluje unutar organizacije Ujedinjenih naroda. Njen temeljni cilj je da pomaže članicama u planiranju i upotrebi nuklearne tehnologije za razne miroljubive namjene. To uključuje i proizvodnju električne energije odnosno prijenos tehnologije i znanja na tom području. IAEA razvija sigurnosne standarde na tom području, koji podupiru postizanje visoke razine sigurnosti pri upotrebi nuklearne energije i zaštiti stanovništva od ionizirajućeg zračenja.

Organizacija djeluje na temelju nekoliko programa, kao što su nadzor nad nuklearnim materijalima, upotreba nuklearne tehnologije, nuklearna energija, nuklearna sigurnost i tehničko sudjelovanje.

Naša elektrana već godinama aktivno sudjeluje s IAEA. U okviru tog sudjelovanja redovno nas posjećuju inspektori IAEA, koji nadziru nuklearno gorivo.

#### NUMEX

Naša elektrana je već više od deset godina učlanjena u organizaciju NUMEX (Nuclear Maintenance Experience Exchange), koja se bavi izmjenom iskustava na području održavanja nuklearnih elektrana. Organizacija ima svoje sjedište u Francuskoj i ima bazu, koja sadrži veliki broj pitanja i odgovora na području nuklearnih elektrana te udružuje većinu evropskih nuklearnih elektrana. Organizacija omogućava članovima međusobno pravovremeno izmjenjivanje različitih informacija o problemima odnosno rješenjima, uspostavljanje osobnih kontakata te upoznavanje s novim postignućima i riješenim problemima.

## Naše sudjelovanje u 2003. godini

U okviru sudjelovanja s međunarodnim organizacijama u 2003. godini prihvatili smo tehničku misiju u sklopu organizacije WANO s zadatkom prijenosa iskustava s područja kemije.

Dva naša stručnjaka su sudjelovala u međunarodnim pregledima u okviru organizacije WANO: na području radiološke zaštite na elektrani Fessenheim u Francuskoj i na području inženjeringa na elektrani Sizewell B u Velikoj Britaniji. U okviru redovnog dodatnog obrazovanja stručnog osoblja NEK su dva naša djelatnika pohađala seminar za vodeće osoblje u organizaciji WANO Paris centra.

Jedan od naših stručnjaka sudjelovao je u međunarodnom pregledu (OSART) francuske elektrane Nougent, koji je organizirala IAEA.

Između 17. listopada i 6. studenog 2003. godine u NEK-u je bila misija za pregled sigurnosti pogona - OSART (Operational Safety Review Team) Međunarodne agencije za nuklearnu energiju. Ta misija je bila 121. u programu, koji se je počeo provoditi 1982. godine odnosno već 3. misija OSART u NEK. Zadnja misija OSART u NEK je bila organizirana 1993. godine. Osim članova IAEA i promatrača iz Ukrajine grupu su sačinjavali i stručnjaci iz Kanade, Brazila, Velike Britanije, Švedske, Francuske, Slovačke i Sjedinjenih američkih država. Članovi spomenute skupine imaju ukupno oko 300 godina pogonskih iskustava na području nuklearne energije. Program misije provodio se je po ustaljenim standardima IAEA na područjima: vođenja, organizacije i administracije, osposobljavanja, proizvodnje, održavanja, tehničke potpore, radiološke zaštite, kemije, pripremljenost za primjer izvanrednoga događaja i sigurnosne kulture. Misija je bila organizirana na zahtjev Vlade Republike Slovenije odnosno URSJV. Njen glavni cilj je bio dati objektivnu ocjenu statusa pogona elektrane u usporedbi s međunarodnim standardima i pronaći kao i predlagati mogućnosti za poboljšanje. Misija izda konačno izvješće (tri mjeseca po završetku misije), u kojem predstavi prijedloge za poboljšanja (preporuke i sugestije). Takvo izvješće postane konačna obveza države a s tim i elektrane. Misija je pronalazila i primjere dobre prakse, koji bi se mogli provoditi i na drugim elektranama. Približno nakon osamnaest mjeseci će se u užoj grupi obaviti pregled realizacije preporuka i sugestija.



Tijekom pregleda je bila razmjena informacija među stručnjacima misije OSART i osoblja elektrane otvorena, profesionalna i učinkovita. Više nego na sam sadržaj programa naglasak je bio u ocjeni učinkovitosti sigurnog pogona. Zaključci misije temeljili su se na rezultatima pogona elektrane u usporedbi s sigurnosnim standardima i međunarodnom praksom IAEA.

Misija OSART je zaključila, da elektrana ima puno uzornih područja, koja premašuju pogonske standarde u svijetu:

- sigurnost je prioritet na svim nivoima djelovanja s naglaskom na sigurnosnoj kulturi,
- šire vodstvo elektrane je visoko tehnički osposobljeno i ima produbljeno znanje o nuklearnoj tehnologiji,
- djelatnici učinkovito upotrebljavaju računalnu tehnologiju pri planiranju poslova, praćenju aktivnosti i komunikaciji u elektrani,
- sigurnosna kultura je na visokoj razini; vodstvo ju bodri kod svojih djelatnika kao i djelatnika na ugovor te ju razvija u širem lokalnom prostoru putem otvorenih odnosa.

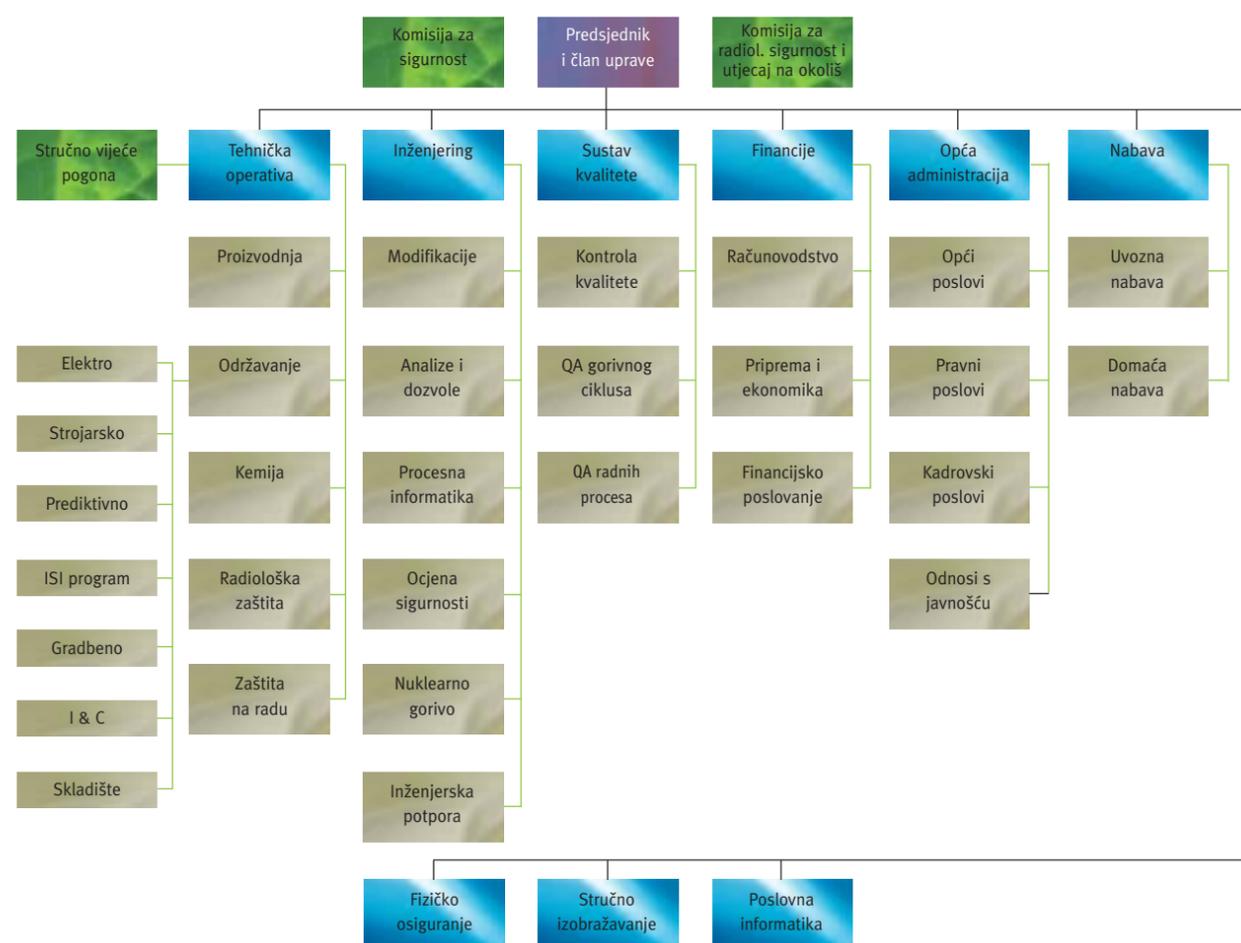
Unatoč dobrom i sigurnom pogonu grupa je navela i nekoliko mogućnosti za poboljšanje, i to:

- poboljšanja na području zaštite na radu, dosljednost provedbe i predanost vodstva na tom području,
- dosljednija usmjerenost elektrane u smanjivanju količine i načinu odlaganja nisko radioaktivnog otpada,
- dosljednija uporaba postupaka na radnom mjestu.

Iako su članovi misije predlagali dodatne preporuke, utvrdili su da je elektrana dobro održavana i vođena. U prošlosti su bila realizirana odgovarajuća ulaganja a grupa potiče nastavak dinamike takvih ulaganja da bi očuvali odlično stanje elektrane.

Vodstvo elektrane je zaduženo za poboljšavanje dugoročne sigurnosti pogona elektrane i njene pouzdanosti i odlučno će posvetiti pažnju područjima koja treba poboljšati i slaže se s predviđenom posjetom stručnjaka OSART za osamnaest mjeseci kada bi se i potvrdila izvedena poboljšanja.

## 15. Organizacija društva



Slijeva stoje:  
 Josip Drčec, direktor sustava kvalitete,  
 Rudi Mlinarič, financijski direktor,  
 Ivan Špiler, direktor za pravne, kadrovske i opće poslove,  
 Zoran Heruc, direktor nabave,  
 Ferdo Androjna, vođa održavanja,  
 Janez Krajnc, vođa proizvodnje.



Slijeva sjede:  
 Martin Novšak, direktor inženjeringa i ocjene sigurnosti,  
 Vladimir Jelavič, član uprave,  
 Stane Rožman, predsjednik uprave,  
 Predrag Širola, tehnički direktor.

## 16. Financijsko izvješće

U skladu s odredbama Zakona o gospodarskim društvima u nastavku dajemo sažetak financijskog godišnjega izvješća NEK za godinu 2003. Sažetak sadrži skraćene verzije računovodstveni iskaza. Svi temeljni računovodstveni iskazi su u cijelosti dani u Godišnjem izvješću NEK, financijske službe, za 2003. godinu koje je bilo predloženo organizaciji ovlaštenoj za obradu i objavu podataka u skladu s prepisanim rokovima i objavljeno je na njenim internetskim stranicama.

### Bilanca stanja na dan 31. prosinca 2003

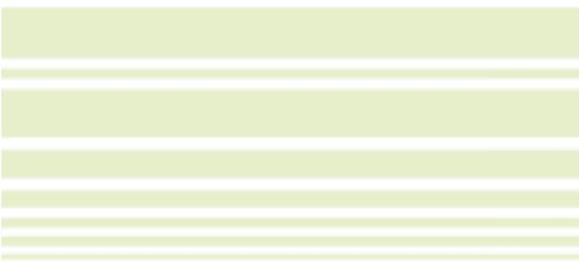
	u milijunima tolara	
	31. 12. 2003	31. 12. 2002
<b>A. Dugotrajna imovina</b>	<b>110.939</b>	<b>115.137</b>
Nematerijalna dugotrajna imovina	-	-
Materijalna imovina	110.577	114.732
Dugotrajna financijska ulaganja	362	405
<b>B. Kratkotrajna imovina</b>	<b>19.434</b>	<b>32.224</b>
Zalihe	14.094	14.032
Poslovna potraživanja	2.021	16.426
Kratkoročna financijska ulaganja	3.308	1.466
Dobropis kod banaka, čekovi i gotovina	11	300
<b>C. Plaćeni troškovi budućeg razdoblja</b>	<b>74</b>	<b>53</b>
<b>Ukupna aktiva</b>	<b>130.447</b>	<b>147.414</b>
Izvanbilančni zapisi	424	1.829
<b>A. Kapital</b>	<b>105.973</b>	<b>80.283</b>
I. Kapital i rezerve	105.973	35.791
II. Revalorizacijski ispravak kapitala	-	44.492
<b>B. Rezerviranja</b>	<b>264</b>	<b>275</b>
<b>C. Financijske i poslovne obveze</b>	<b>24.134</b>	<b>66.856</b>
I. Financijske obveze	19.995	53.475
II. Poslovne obveze	4.139	13.381
<b>D. Odgođeno plaćanje troškova i prihod budućeg razdoblja</b>	<b>76</b>	<b>-</b>
<b>Ukupna pasiva</b>	<b>130.447</b>	<b>147.414</b>
Izvanbilančni zapisi	424	1.829

### Račun dobiti i gubitaka za razdoblje od 1. siječnja do 31. prosinca 2003 (varijanta I)

	u milijunima tolara	
	2003	2002
Poslovni prihodi	29.552	34.680
Poslovni rashodi	26.913	36.181
Financijski prihodi	390	255
Financijski rashodi	3.316	4.813
<b>Neto (gubitak)/dobit iz redovnog poslovanja</b>	<b>(287)</b>	<b>(6.059)</b>
Izvanredni prihodi	8.738	17.625
Izvanredni rashodi	14	6.405
<b>Poslovni rezultat izvan redovnog poslovanja</b>	<b>8.724</b>	<b>11.220</b>
Porez na dobit	-	-
<b>Neto (gubitak)/dobit tekuće godine</b>	<b>8.437</b>	<b>5.161</b>

### Prikaz novčanog tijeka (neposredna metoda)

	u milijunima tolara	
	2003	2002
<b>Novčani tijek poslovnih aktivnosti</b>		
Primici od poslovne aktivnosti	36.875	40.747
Izdaci od poslovne aktivnosti	25.917	37.605
Prebijanje (višak) primitka (izdataka) u poslovanju	10.958	3.142
<b>Novčani tijek investicijskih aktivnosti</b>		
Primici pri ulaganju	26.695	9.572
Izdaci pri ulaganju	31.998	14.226
Prebijanje primitaka (izdataka) pri ulaganju	(5.303)	(4.654)
<b>Novčani tijek financijskih aktivnosti</b>		
Primici od financiranja	8.830	12.666
Izdaci od financiranja	14.774	11.084
Prebijanje (višak) primitaka (izdataka) pri financiranju	(5.944)	1.582
<b>Novac i novčani ekvivalenti na kraju razdoblja</b>	<b>11</b>	<b>300</b>
Čisti novčani tijek	(289)	70
+ Novac i novčani ekvivalenti na početku razdoblja	300	230



### Izvešće Revizora za javnost

Sukladno Međunarodnim revizijskim standardima i međunarodnim stajalištima o reviziji koje je izdala Međunarodna udruga financijskih stručnjaka izvršili smo reviziju financijskih izvješća trgovačkog društva Nuklearna elektrana Krško d.o.o. Krško na dan 31. prosinca 2003 godine. Iz revidiranih financijskih izvješća društva proizlaze slijedeći sažetci temeljnih financijskih izvještaja: bilanca stanja na dan 31. prosinca 2003 godine, račun dobiti i gubitka, izvješće o tijeku novca, izvješće o promjenama u kretanju kapitala. U svojem izvješću od 31. ožujka 2004 godine o financijskim izvješćima iz kojih su proizašli sažetci izrazili smo svoje mišljenje s pridržajem glede vrijednosti materijalne imovine. Zbog načina nabave (pridobivanja) materijalne imovine kao i načina vođenja računovodstvenih evidencija i sredstava uspostavljenih na samom početku djelovanja Društva sukladno tada važećem zakonodavstvu na koje Uprava društva nije mogla utjecati, u prošlosti sva ulaganja u materijalnu imovinu evidentirana su kao povećanje nabavne vrijednosti sredstava pri čemu nije bilo moguće izuzeti pojedinačno zamijenjene dijelove opreme niti iz nabavne vrijednosti niti iz ispravka vrijednosti. Isto tako, za neotpisanu vrijednost zamijenjenih dijelova nije se povećala amortizacija a ni otpisi u razdoblju (tijeku) zamjene. Uslijed takvog načina vođenja stanja materijalne imovine i obračuna amortizacije od povećane osnove nije bilo moguće ocijeniti da li knjigovodstvena vrijednost materijalne imovine prelazi njenu nadoknađenu vrijednost.

Prema našem mišljenju priloženi sažetci financijskih izvještaja u svim značajnim pogledima u skladu su s financijskim izvješćem iz kojeg su i proizašli.

Zbog lakšeg razumijevanja financijskog stanja društva na dan 31. prosinca 2003 godine, poslovnog i financijskog rezultata poslovanja u 2003 godini te područja naše revizije potrebno je sažetke čitati zajedno s financijskim izvješćem iz kojeg su proizašli i s našim revizijskim izvješćem.

### Prikaz kretanja u razdoblju od 1. 1. 2003 do 31. 12. 2003 godine

Sastav kapitala	Upisani kapital		Rezerve iz dobiti			Prenesena čista neto dobit		Čista neto dobit poslovne godine		Revalorizacijski ispravci kapitala		Ukupno kapital
	Temeljni kapital	Zakonske rezerve	Statutarne rezerve	Prenesena čista dobit	Preneseni čisti gubitak	Čisti dobit	Opći revalorizirani ispravak kapitala	Čista dobit	Opći revalorizirani ispravak kapitala			
Promjene u sastavu kapitala												
Početno stanje 1. 1. 2003	30.630	258	-	4.903	-	-	44.492	80.283				
Pomaci u kapitalu	17.253	-	-	-	-	8.437	-	25.690				
Unos čiste neto dobiti poslovne godine	-	-	-	-	-	8.437	-	8.437				
Ostala povećanja sastava kapitala	17.253	-	-	-	-	-	-	17.253				
Pomaci u kapitalu	36.840	8.214	4.248	(4.810)	-	(44.492)	-	0				
Raspored čiste dobiti po zaključku Uprave i Nadzornog odbora	-	8.214	4.248	(4.810)	-	(7.652)	-	0				
Pokriće gubitaka kao odbitne stavke kapitala	-	-	-	-	-	-	-	-				
Ostale poraspodjele sastava kapitala	36.840	-	-	-	-	(36.840)	-	0				
Konačno stanje 31. 12. 2003	84.723	8.472	4.248	93	-	8.437	0	105.973				

### Prikaz kretanja u razdoblju od 1. 1. 2002 do 31. 12. 2002 godine

Sastav kapitala	Upisani kapital		Rezerve iz dobiti			Prenesena čista neto dobit		Čista neto dobit poslovne godine		Revalorizacijski ispravci kapitala		Ukupno kapital
	Temeljni kapital	Zakonske rezerve	Statutarne rezerve	Prenesena čista dobit	Preneseni čisti gubitak	Čista dobit	Opći revalorizirani ispravak kapitala	Čista dobit	Opći revalorizirani ispravak kapitala			
Promjene u sastavu kapitala												
Početno stanje 1. 1. 2002	30.630	-	-	929	3.154	-	46.717	75.122				
Pomaci u kapitalu	-	-	-	-	-	5.161	-	5.161				
Unos čiste neto dobiti poslovne godine	-	-	-	-	-	5.161	-	5.161				
Pomaci u kapitalu	0	258	-	(929)	3.154	(258)	(2.225)	0				
Raspored čiste dobiti po zaključku Uprave i Nadzornog odbora	-	258	-	-	-	258	-	0				
Pokriće gubitka kao odbitne stavke kapitala	-	-	-	(929)	3.154	-	(2.225)	0				
Konačno stanje 31. 12. 2002	30.630	258	-	0	0	4.903	44.492	80.283				

## 17. Popis kratica

<b>ALARA</b>	As Low As Reasonably Achievable
<b>ANS</b>	American Nuclear Society
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>ASME</b>	American Society of Mechanical Engineers
<b>BD</b>	Blowdown
<b>CC</b>	Component Cooling
<b>CT</b>	Cooling Tower
<b>CFR</b>	Code of Federal Regulation
<b>CY</b>	Condensate water
<b>EFPY</b>	Effective Full Power Year
<b>ESW</b>	Essential Service Water
<b>FRI</b>	Fuel Reliability Indicator
<b>FW</b>	Feedwater
<b>IAEA</b>	International Atomic Energy Agency
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>INPO</b>	Institute for Nuclear Power Operations
<b>IPE</b>	Individual Plant Examination
<b>IPEEE</b>	Individual Plant Examination for External Events
<b>IR-detector</b>	Intermediate Range detector
<b>ISI</b>	In-Service Inspection
<b>NDE</b>	Non-Destructive Examination
<b>NUMEX</b>	Nuclear Maintenance Experience Exchange
<b>NUPIC</b>	Nuclear Procurement Issues Committee
<b>NUREG</b>	Nuclear Regulatory Guidance
<b>OSART</b>	Operational Safety Review Team
<b>QA</b>	Quality Assurance
<b>QC</b>	Quality Control
<b>RB</b>	Reactor Building
<b>RCP</b>	Reactor Coolant Pump
<b>RCS</b>	Reactor Coolant System
<b>RTD</b>	Resistance Temperature Detector
<b>TB</b>	Turbine Building
<b>SR-detector</b>	Source Range detector
<b>WANO</b>	World Association of Nuclear Operators
<hr/>	
<b>NUID</b>	Načrt ukrepov v primeru izrednega dogodka
<b>RP</b>	Rasklpono postrojenje
<b>TO.VZ</b>	Tehnična operativa - vzdrževanje
<b>TO.VZST</b>	Tehnična operativa - strojno vzdrževanje
<b>URSJV</b>	Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost
<b>VAS</b>	Vjerojatnosne Analize Sigurnosti
<b>ZVISJV</b>	Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti



### **Nuklearna elektrana Krško**

Vrbina 12  
SI-8270 Krško  
tel.: +386 7 480 20 00  
fax: +386 7 492 15 28  
[www.nek.si](http://www.nek.si)