

**POROČILO
O JEDRSKI VARNOSTI
V LETU 1993**

Republika Slovenija

Ministrstvo za okolje in prostor

REPUBLIŠKA UPRAVA ZA JEDRSKO VARNOST

**Republika Slovenija
Ministrstvo za okolje in prostor**

REPUBLIŠKA UPRAVA ZA JEDRSKO VARNOST

POROČILO O JEDRSKI VARNOSTI V LETU 1993

Koordinator: Davor Lovinčič

Sodelavci: Miroslav Gregorič, Igor Grlicarev, Aleš Janežič, Marjan F. Levstek,
Aleš Škraban, Egon Lukacs, Gregor Ulaga, Djordje Vojnovič,
Andrej Maselj, Nadja Železnik, Stanko Arh, Venceslav Kostadinov,

Direktor:

mag. Miroslav Gregorič

Ljubljana, junij 1994

KAZALO:

POVZETEK	- 6 -
1. UVOD	- 9 -
2. PREGLED DELA REPUBLIŠKE UPRAVE ZA JEDRSKO VARNOST	- 11 -
2.1. UVOD	- 11 -
2.2. DELOVANJE REPUBLIŠKE UPRAVE ZA JEDRSKO VARNOST	- 11 -
2.2.1. Zakonodaja	- 11 -
2.2.2. Inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti	- 12 -
2.2.2.1. Splošno	- 12 -
2.2.2.2. NE Krško	- 12 -
2.2.2.3. Raziskovalni reaktor TRIGA	- 16 -
2.2.2.4. Rudnik Žirovski vrh	- 16 -
2.2.2.5. Sodelovanje z drugimi inšpekcijami	- 16 -
2.2.2.6. Zaključek	- 16 -
2.2.3. Izdani upravni akti	- 17 -
2.2.4. Kadri, izobraževanje	- 18 -
2.2.5. Delo strokovnih komisij	- 18 -
2.2.6. Drugo (so) delovanje	- 19 -
2.2.7. Raziskave in študije	- 19 -
2.3. MEDNARODNO SODELOVANJE	- 22 -
2.3.1. Pravno nasledstvo mednarodnih sporazumov	- 22 -
2.3.2. Sklepanje novih sporazumov	- 22 -
2.3.3. Sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo	- 24 -
2.3.3.1. Priprava mednarodnih konvencij	- 24 -
2.3.3.2. Misije MAAE	- 25 -
2.3.3.3. Drugo sodelovanje MAAE	- 26 -
2.3.4. Sodelovanje z drugimi mednarodnimi organizacijami	- 27 -
3. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SLOVENIJI	- 30 -
3.1. NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO	- 30 -
3.1.1. Glavni obratovalni podatki in varnostni kazalci	- 30 -
3.1.2. Ustavitve in zmanjšanja moči reaktorja	- 36 -

3.1.3.	Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila	- 38 -
3.1.4.	Izrabljeno jedrsko gorivo	- 40 -
3.1.5.	Radioaktivni odpadki.	- 41 -
3.1.6.	Sprejete doze delavcev.	- 44 -
3.1.7.	Uparjalnika	- 47 -
3.1.8.	Modifikacije v NE Krško izvedene v letu 1993	- 49 -
3.1.9.	Izpuščanje radioaktivnosti v okolje	- 52 -
3.1.9.1.	Tekočinski izpusti.	- 52 -
3.1.9.2.	Plinasti izpusti.	- 53 -
3.1.10.	Redni nadzor radioaktivnosti v okolici NE Krško	- 54 -
3.1.10.1	Področja merjenja radioaktivnosti in izvajalci.	- 54 -
3.1.10.2	Nadzor imisij	- 55 -
3.1.10.3.	Sklepne ugotovitve	- 58 -
3.1.10.4.	Pregled virov in velikosti radioloških obremenitev prebivalcev v Krškem in okolici	- 58 -
3.1.11.	Neradiološki nadzor	- 60 -
3.1.12.	Izobraževanje kadrov	- 62 -
3.2.	REAKTORSKI CENTER V PODGORICI.	
3.2.1.	Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA	- 65 -
3.2.1.1.	Ustavitve.	- 65 -
3.2.1.2.	Gorivo	- 65 -
3.2.1.3.	Osebj	- 65 -
3.2.1.4.	Sprejete doze osebja	- 65 -
3.2.1.6.	Modifikacije TRIGE izvedene v letu 1993	- 65 -
3.2.2.	Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov	- 66 -
3.2.2.1.	Nadzor skladišča	- 66 -
3.2.2.2.	Pregled radioaktivnih odpadkov	- 66 -
3.2.3.	Nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra	- 67 -
3.2.4.	Izobraževanje kadrov	- 68 -
3.3.	RUDNIK ŽIROVSKI VRH	- 70 -
3.3.1.	Glavni obratovalni podatki in varnostni kazalci	- 70 -
3.3.2.	Program trajnega prenehanja rudarjenja	- 71 -
3.3.3.	Varstvo pred ionizirajočimi sevanji	- 71 -
3.3.4.	Doze delavcev.	- 72 -
3.3.5.	Redni nadzor radioaktivnosti v okolici RŽV	- 72 -
4.	DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI	- 75 -
4.1.	MISIJA OSART MEDNARODNE AGENCIJE ZA ATOMSKO ENERGIJO	- 76 -
4.2.	MEDNARODNA KOMISIJA ZA NEODVISNO ANALIZO VARNOSTI JEDRSKE ELEKTRARNE KRŠKO - ICISA-	- 81 -

4.3.	MISIJA KOMISIJE EVROPSKIH SKUPNOSTI - SKUPINE ZA UREJANJE POMOČI UPRAVNIM ORGANOM	- 86 -
4.4	ANALIZA PRIPOROČIL	- 88 -
5.	VAJA "POSAVJE 93"	- 91 -
6.0	RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU SLOVENIJE	- 95 -
7.0	OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU	- 100 -
7.1.	PREGLED JEDRSKIH ELEKTRARN V SVETU	- 100 -
7.2.	PREGLED STANJA JEDRSKE VARNOSTI V SVETU	- 103 -
7.2.1.	Udejstvovanje OSART misij	- 103 -
7.2.2.	Obratovanje, nezgode, nesreče	- 104 -
7.2.3.	Izboljšanje varnosti	- 104 -

POVZETEK

Republiška uprava za jedrsko varnost (RUJV) je pripravila Poročilo o jedrski varnosti v letu 1993 v Republiki Sloveniji, ki sodi med redne oblike poročanja o delu uprave Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije. Poročilo vsebuje pet tematskih enot, ki zajemajo: delovanje RUJV, obratovanje jedrskih objektov v Sloveniji, delo mednarodnih misij v Sloveniji, vajo Posavje - 93 in obratovanje jedrskih objektov v svetu.

Na zakonodajnem področju se je nadaljevalo delo pri pripravi nove slovenske zakonodaje (zakon o jedrski in radiološki varnosti, zakon o odgovornosti za jedrsko škodo), prav tako pa sta bila pripravljena tudi že osnutka dveh podzakonskih aktov (o zagotavljanju jedrske varnosti z vidika človeka - t.i. fitness for duty in o strokovni izobrazbi, delovnih izkušnjah in preverjanju znanja za pridobitev, podaljšanje in obnovitev licence za operaterje reaktorja in glavne operaterje v NE Krško).

Pri opravljanju upravnih nalog je v letu 1993 Republiška uprava za jedrsko varnost izdala skupno 27 upravnih aktov (odločb in sklepov), od tega kar 22 Nuklearni elektrarni Krško.

Pri RUJV delujeta dve strokovni komisiji, in sicer Strokovna komisija za jedrsko varnost, ki se je v letu 1993 sestala trikrat, ter Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško, ki je v letu 1993 organizirala dva izpitna roka.

Na mednarodnem področju se je v letu 1993 močno okrepilo delo RUJV. Tako je RUJV sodelovala pri pogajanjih za sklenitev sporazuma med R Slovenijo in R Avstrijo o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti, upravnim organom sosednjih držav (Italije, Madžarske in Hrvaške), pristojnim za jedrsko varnost pa predlagala sklenitev podobnih bilateralnih sporazumov. V decembru 1993 je bil podpisan sporazum med RUJV in jedrsko regulativno komisijo ZDA o izmenjavi tehničnih informacij in sodelovanju na področju jedrske varnosti.

Intenzivno je zlasti sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo (MAAE). Sodelavci RUJV kot tudi drugi strokovnjaki iz R Slovenije so sodelovali pri pripravi dokumentov, ki se oblikujejo v okviru Agencije, kot npr.: Osnovni varnostni standardi, Konvencija o jedrski varnosti, revizija Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo itd. Prav tako RUJV sodeluje z MAAE pri delu misij Agencije (OSART, ASSET, ASCOT) ter drugih sistemov (INES, IRS, INIS).

Preko MAAE poteka tudi mnogo seminarjev, tečajev in delavnic, katerih so se udeleževali tako delavci RUJV, kot tudi drugi slovenski strokovnjaki s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji.

V okviru Agencije poteka tudi program tehnične pomoči in sodelovanja, ki zajema tako programe štipendiranja, znanstvenih obiskov in raziskovalnih pogodb, kot tudi konkretnih projektov za tehnično pomoč. Na vseh teh

področjih je Slovenija aktivno udeležena.

V letu 1993 je bilo opravljenih v NE Krško osemindeset rednih inšpekcijskih pregledov, devet izrednih inšpekcijskih pregledov, štirje inšpekcijski pregledi s pooblaščenimi organizacijami v zvezi z zbirno strokovno oceno ob koncu "remonta 92" in še štirje po "izrednem remontu 93", en inšpekcijski pregled pa je bil opravljen skupaj z republiškim požarnim inšpektorjem. Trije inšpekcijski pregledi so bili opravljeni v raziskovalnem reaktorju TRIGA, opravljen pa je bil tudi redni inšpekcijski pregled Rudnika Žirovski vrh s sodelovanjem Republiškega sanitarnega inšpektorata. Inšpekcijske službe ugotavljajo, da remonta dela, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po "izrednem remontu 93" ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam. Ob ustavitvah so bili pregledani vzroki in predlagani ukrepi, ter nadzorovano izpolnjevanje sprejetih ukrepov.

V NE Krško so v letu 1993 pridobili 3 956 662 MWh (3.96 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 3 762 780 MWh (3.76 TWh) neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 6492.8 ur ali 74.1 % celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja je bila za 7.78 % manjša od načrtovane. Reaktor je bil kritičen 6518.51 ur ali 74.41 % celotnega števila ur, proizvodnja toplotne energije pa je znašala 11 471 831 MWh. Načrtovane in nenačrtovane ustavitve NE Krško in zmanjšanja moči reaktorja v letu 1993 za več kot 10 % instalirane moči za čas daljši od 4 ur so bile: tri avtomatske ustavitve in dve ročni ustavitvi reaktorja. Do avtomatskih ustavitvev je prišlo zaradi izpada napetosti invertorja reaktorske črpalke, ustavitve pretoka pare iz uparjalnika, ki je bila posledica nepravilnosti v sekvenci testiranja obvodnega ventila glavnega parovoda in pri planiranem ustavljanju reaktorja, ko se je pojavilo nihanje turbinske moči, ki je povzročilo avtomatsko ustavitvev reaktorja. Ročno je bila elektrarna ustavljena zaradi puščanja cevi uparjalnika kar je tudi pripeljalo do izrednega remonta. Problematična sta uparjalnika, ki ju bo zaradi velikega števila začepljenih cevi morala elektrarna v doglednem času zamenjati. V NE Krško so izvedli osem modifikacij, za katere je izdala RUJV odločbo in še drugih 17 modifikacij.

Nadzor vpliva NE Krško v okolju je v letu 1993 potekal po ustaljenem programu. Na osnovi meritev emisij in imisij ter konzervativnih predpostavk je ocenjen prispevek NEK v letu 1993 k efektivni dozi za referenčnega človeka v okolici NEK manjši od 10 μ Sv. Ta doza predstavlja manj kot 0,5 % doze, ki jo človek prejme od naravnih in ostalih umetnih virov sevanja.

Neradiološki monitoring za ugotavljanje vplivov NE Krško na kakovost vode reke Save in podtalnico ugotavlja, da ni negativnega vpliva obratovanja NE Krško na vodo in fauno reke Save v Brežicah.

Monitoring radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije v primerjavi z merjenjem radioaktivnosti v okolici NE Krško kaže, da je prispevek joda iz bolnišnic realno večji od prispevka NE Krško.

Raziskovalni reaktor TRIGA s toplotno močjo 250 kW je v letu 1993 proizvedel 257.45 MWh toplote. Neplanirani sta bili dve ustavitvi, ena zaradi izpada električne napetosti, druga pa zaradi okvare instrumentacije radiološke zaščite. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov v reaktorskem centru

Podgorica je ostalo nekontaminirano, nekoliko se je povečala samo hitrost doze v zadnjem delu skladišča. Oba objekta ne predstavljata zaznavne, dodatne radiološke obremenitve okolja. Izpusti radioaktivnih snovi iz Reaktorskega centra Podgorica so v letu 1993 bili približno enaki kot leta 1991 in 1992, ko so bili najnižji v celotnem obdobju obratovanja raziskovalnega reaktorja TRIGA. Imisijske vrednosti so bile pod mejo detekcije. Efektivna doza za referenčnega človeka v okolici Reaktorskega centra je bila ocenjena z modelom preko izmerjenih emisij in je ocenjena v letu 1993 na $1 \mu\text{Sv}$.

Aprila 1993 je bil dokončan program trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh. Dopolnjen program bo izdelan v letu 1994. Na osnovi rezultatov meritev imisij v okolju Rudnika Žirovski vrh je bila izračunana dodatna obremenitev posameznika iz kritične skupine zaradi posledic rudarjenja. Prispevek k efektivni dozi je v letu 1993 ocenjen na $290 \mu\text{Sv}$, kar je nekoliko manj kot v prejšnjih letih. Glavni delež k dodatni obremenitvi prispeva radon s svojimi potomci ($227 \mu\text{Sv}$). Z ustavitvijo izkoriščanja rudišča se plinske in tekočinske emisije radioaktivnih nukleidov niso bistveno zmanjšale. Večje zmanjšanje se pričakuje šele s sanacijo rudnika in njegovih odlagališč.

V letu 1993 so v Sloveniji delale tri mednarodne misije strokovnjakov s področja jedrske varnosti. Skupaj so opozorile na 252 pomanjkljivosti, vendar je ocena enotna, da jedrska varnost v Sloveniji ni ogrožena. Priporočila se nanašajo na: organizacijo in vodenje, izobraževanje, obratovanje, vzdrževanje, tehnično podporo, radiološko zaščito, kemijo, pripravljenost v sili, sisteme elektrarne, gorivo in odpadke, geologijo - seizmiko, analize in študije ter upravni organ, zakonske ureditev in predpise. Realizirano je že 72 priporočil, v letu 1994 bo naslednjih 113, v letu 1995 pa še 63. Samo šest priporočil je brez roka. Nobeno od poročil pa v svojih ocenah ne ugotavlja kritičnih pomankljivosti, ki bi zahtevale prenehanje obratovanja elektrarne.

V okviru urjenj predvidenih za primer izrednega dogodka je opravljena vaja "Posavje 93". Analiza poteka vaje je pokazala veliko zavzetost in strokovno usposobljenost vseh udeležencev vaje. Izkazalo pa se je, da je potrebno posvetiti več pozornosti tehničnim zvezam med udeleženci ter vaje za pripravljenost ukrepanja ob izrednem dogodku v NE Krško organizirati pogosteje.

Ob koncu leta 1993 je v 29 državah obratovalo 430 reaktorjev za proizvodnjo električne energije s priključno električno močjo okoli 337.718 MW, število obratujočih reaktorjev pa se je povečalo za sedem.

V letu 1993 je bilo posredovanih v INES 81 poročil o jedrskih dogodkih. Štirje so bili ocenjeni kot dogodki tretje stopnje, dvanajst druge stopnje, 21 jih je bilo ocenjenih na stopnjo ena, ostali pa pod lestvico ali izven nje. Razvite zahodne države posebno pozornost posvečajo izboljšanju jedrske varnosti v državah srednje in vzhodne Evrope s programi za izboljšanje varnostnih mehanizmov jedrskih elektrarn in sanacijo obstoječih objektov.

Jedrska varnost v republiki Sloveniji v letu 1993 je bila zagotovljena.

1. UVOD

Republiška uprava za jedrsko varnost (RUJV) je pristojna za opravljanje upravnih in strokovnih zadev, ki se nanašajo na: jedrsko varnost, prevoz jedrskih in radioaktivnih materialov, materialno bilanco jedrskih materialov, odgovornost za jedrsko škodo, usposobljenost osebja uporabnikov jedrskih objektov in njihovo šolanje, zagotovitev kvalitete, inšpekcijsko nadzorstvo nad izvrševanjem zakonov ter drugih predpisov in splošnih aktov, ki urejajo jedrske objekte, in na druge zadeve s tega področja, določene z zakonom. Med redne oblike poročanja Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije sodi tudi poročilo o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1993.

Uvodno poglavje poročila o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1993 podaja kratek pregled vsebine poročila po poglavjih.

Drugo poglavje obravnava pregled dela Republiške uprave za jedrsko varnost, ki opravlja upravne naloge s področja jedrske varnosti in inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti v Sloveniji, hkrati pa ima razvito močno mednarodno sodelovanje, ker lahko kakovostno opravlja svojo osnovno dejavnost le z uporabo najnovejših spoznanj in informacij o dogajanju na področju jedrske energetike v svetu. Sem spadata tudi koordiniranje in ocena dela strokovnih organizacij, ki opravljajo vzdrževalna dela v NE Krško in dajejo strokovna mnenja.

Tretje poglavje o "Obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji" podrobno obravnava obratovanje jedrske elektrarne v Krškem v letu 1993, in sicer glavne obratovalne podatke, ustavitve in razloge, zakaj je prišlo do ustavitev, podatke o gorivu, stanje izrabljenega goriva, radioaktivne odpadke, ki so shranjeni v elektrarni in obsevalne doze osebja. Tu je opisano tudi izobraževanje osebja, modifikacije v NE Krško in izpuščanje ter vpliv radioaktivnosti zaradi delovanja NE Krško na okolje. Obravnavan je tudi raziskovalni jedrski reaktor TRIGA na Institutu Jožef Stefan v Podgorici, ki se uporablja za izobraževanje, raziskave in proizvodnjo izotopov za industrijo in medicino. Opisano je tudi prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov za majhne uporabnike in nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra ter nadzor Rudnika Žirovski vrh.

Četrto poglavje obravnava delo treh mednarodnih misij s področja jedrske varnosti, ki so v letu 1993 bile v Sloveniji. To so: OSART (Skupina za oceno obratovalne varnosti Mednarodne agencije za jedrsko varnost), ICISA (Mednarodna komisija za neodvisno analizo varnosti Jedrske elektrarne Krško) in Preiskovalna misija Komisije Evropske Skupnosti, ki ocenjuje usposobljenost upravnih organov, ki nadzorujejo NE Krško in zakonodajo iz tega področja.

Peto poglavje obravnava vajo "Posavje - 93", ki je eden od načinov urjenja, predvidenih z "Načrtom ukrepov za primer izrednega dogodka".

Šesto poglavje obravnava radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije ter ga primerja z meritvami radiološkega vpliva NE Krško na okolje.

Sedmo poglavje obravnava obratovanje jedrskih objektov v svetu. Podana je kratka informacija o gradnji, obratovanju in zapiranju jedrskih objektov v svetu, opisane pa so tudi najbolj pomembne nezgode, ki so se zgodile v letu 1993. Omenjeno je še udejstvovanje OSART misije kakor tudi mednarodno delovanje v smislu izboljšanja jedrske varnosti.

2. PREGLED DELA REPUBLIŠKE UPRAVE ZAJEDRSKO VARNOST

2.1. UVOD

Republiška uprava za jedrsko varnost je pristojna za opravljanje upravnih in strokovnih zadev, ki se nanašajo na: jedrsko varnost; prevoz jedrskih in radioaktivnih materialov, materialno bilanco jedrskih materialov, odgovornost za jedrsko škodo, usposobljenost osebja uporabnikov jedrskih objektov in njihovo šolanje, zagotovitev kvalitete, inšpekcijsko nadzorstvo nad izvrševanjem zakonov, ter drugih predpisov in splošnih aktov, ki urejajo jedrske objekte, in na druge zadeve s tega področja, določene z zakonom.

Pravno osnovo za upravne naloge s področja jedrske varnosti in za inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti dajejo Zakon o organizaciji in delovnem področju republiške uprave, Zakon o vladi Republike Slovenije, Zakon o energetskem gospodarstvu, Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, 4. člen Ustavnega zakona za izvedbo temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije, Zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav ter podzakonski akti in pravilniki na osnovi zgoraj navedenih zakonov in ratificirane mednarodne konvencije o jedrski energiji in jedrski varnosti.

2.2. DELOVANJE REPUBLIŠKE UPRAVE ZA JEDRSKO VARNOST

2.2.1. Zakonodaja

Na zakonodajnem področju se je nadaljevalo delo pri pripravi novega slovenskega zakona o jedrski in radiološki varnosti (ki naj nadomesti stari jugoslovanski zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, ki se v Sloveniji še uporablja) ter novega slovenskega zakona o odgovornosti za jedrsko škodo, ki naj nadomesti zakonodajo, ki sedaj pokriva to področje (jugoslovanski zakon o odgovornosti za jedrsko škodo in slovenski zakon o zavarovanju odgovornosti za jedrsko škodo ter na njuni podlagi izdane odloke o določitvi zneska zavarovanja odgovornosti za jedrsko škodo oz. določitvi zneska omejitve odškodninske odgovornosti uporabnika jedrske naprave za jedrsko škodo).

Poudariti velja, da se na Mednarodni agenciji za atomsko energijo (MAAE) pripravlja spremembe Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo; oblikovan je t.i. stalni komite, ki pripravlja predlog sprememb Dunajske konvencije, ki bo obravnavana (morda v letu 1994) na diplomatski konferenci za sprejem konvencije. Paralelno s tem teče tudi delo na pripravi konvencije o dopolnilnem kritju, ki bi odpravila dvotirnost sedaj veljavnih konvencij, tj. Dunajske konvencije in Pariške konvencije ter Skupnega protokola. Rezultati dela stalnega komiteja oz. sprejete spremembe bodo nedvomno vplivale tudi na domačo zakonodajo.

V času od 24. do 28.5.1993 je bila na povabilo Republiške uprave za jedrsko varnost v Ljubljani Misija Komisije Evropske skupnosti - skupina za urejanje pomoči upravnim organom. Poleg drugih področij je pregledala tudi

veljavno zakonodajo ter predlog nove zakonodaje. Ocena Misije je, da veljavna zakonodaja lahko služi kot solidna podlaga za pripravo nove zakonodaje.

V letu 1993 je bil pripravljen tudi osnutek pravilnika o zagotavljanju jedrske varnosti z vidika človeka (t.i. fitness for duty), prav tako pa je bila v zaključni fazi priprava osnutka novega pravilnika o strokovni izobrazbi, delovnih izkušnjah in preverjanju znanja za pridobitev, podaljšanje in obnovitev licence za operaterje reaktorja in glavne operaterje v JE Krško.

2.2.2. Inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti

2.2.2.1. Splošno

Sektor za inšpekcijski nadzor jedrskih objektov v RUJV v skladu s svojimi pooblastili nadzira upravljalce jedrskih objektov. Pri tem upošteva veljavno zakonodajo, standarde, tehnične normative in druge predpise v zvezi z izvajanjem vseh ukrepov za zagotovitev jedrske varnosti pri lokaciji, projektiranju, graditvi, montaži postrojev, pri funkcionalnih in zagonskih preizkusih, poskusnem obratovanju, obratovanju, zagotovitvi kakovosti opravljenih del in vgrajenega materiala, pri načrtih ukrepov za primer jedrske nezgode, pri strokovni usposobljenosti pogonskega osebja, pri vzdrževanju, revizijah, remontih in spremembah varnostne opreme, materialni bilanci jedrskega materiala in odgovornosti za jedrsko škodo.

Za dejavnost inšpekcijskega nadzora nad jedrskimi objekti so v RUJV sistematizirana štiri delovna mesta, vendar sta bili ob koncu 1993 zasedeni le dve.

2.2.2.2. NE Krško

V letu 1993 je bilo opravljenih v NE Krško osemindeset rednih inšpekcijskih pregledov, devet izrednih inšpekcijskih pregledov, štirje inšpekcijski pregledi s pooblaščenimi organizacijami v zvezi z zbirno strokovno oceno ob koncu "remonta 92" in še štirje po "izrednem remontu 93", en inšpekcijski pregled pa je bil opravljen skupaj z republiškim požarnim inšpektorjem.

Redni inšpekcijski pregledi NE Krško v letu 1993, ki jih je bilo v povprečju nekaj več kot eden tedensko, so do "izrednega remonta 93" obsegali:

- status obratovalnih postopkov za ukrepanje v sili (Emergency Implementation Procedures) in obratovalnih postopkov za primer nenormalnega dogodka (Abnormal Operating Procedures)
- status in potek revizij vseh obratovalnih postopkov
- postopke, načrt in ukrepe za primer izrednega dogodka
- modifikacijo sistema bistvene oskrbne vode
- izpad črpalke hladilne vode kondenzatorja
- zastajanje vode v hladilnem sistemu dieselskega generatorja za napajanje v sili
- status izvajanja modifikacij v letu 1993
- način (postopki) za opravljanje vzdrževalnih del
- delovanje inverterjev
- ogled skladiščnih prostorov

- skladiščenje in dokumentacijo nizko- in srednje- radioaktivnih odpadkov
- nadzorna testiranja varnostnih sistemov in komponent
- ugotovitve v zvezi s študijo požarnega tveganja.

Dne 3.3.1993 ob 11.38 uri je prišlo do ustavitve reaktorja zaradi pregorele varovalke na inverterju št. 2. Inverter št. 2 napaja tudi kontrolni tokokrog pomožnega stikala glavne reaktorske črpalke št. 2. Izklop releja v tem tokokrogu je v reaktorski zaščitni sistem poslal signal, da je izklopljeno močnostno stikalo na glavni reaktorski črpalki št. 2, ki povzroči, če delujeta reaktor ali turbina z močjo večjo od 10%, izpad reaktorja. Kot kratkoročni ukrep je bila izvedena zamenjava varovalke, med dolgoročne ukrepe pa sodi zamenjava inverterjev s sodobnejšimi, tako da bosta med "remontom 94" zamenjana dva inverterja, in sicer št. 1 in št. 2. NE Krško je bila sinhronizirana z omrežjem še isti dan ob 24.00 uri.

Pomemben dogodek, ki je kasneje vodil do "izrednega remonta 93" se je zgodil 10.5.1993 ob 2.00 uri, ko so operaterji opazili povečano puščanje s primarne na sekundarno stran v uparjalniku št. 1. Puščanje ni preseglo omejitev za puščanje U-cevi uparjalnika, ki je predpisano s tehničnimi specifikacijami (LCO 3.4.6.2). Ker je bilo puščanje večje od običajnega in se je nekaj minut potem, ko so operaterji opazili puščanje, še enkrat skokovito povečalo, je NE Krško začela zmanjševati moč, da bi ohladila primarni sistem, zmanjšala tlak in ustavila puščanje.

NE Krško je skušala ugotoviti mesto puščanja tako, da je izpraznila vodo iz primarne strani uparjalnika in napolnila sekundarno stran uparjalnika z vodo do osamitvenega ventila, s črpalko pomožne napajalne vode so postopoma dvigali tlak na sekundarni strani uparjalnika. Pri tlaku približno 40 bar so opazili štiri lokacije puščanja. Opravljena je bila še meritev z vrtinčnimi tokovi tistih cevi, na katerih so opazili puščanje. Po evalvaciji meritev so se odločili, da začepijo eno cev in ponovno začepijo tovarniško izvrtino, ki se nahaja v cevni plošči, in ki je že bila začepljena. V NE Krško je bil opravljen še en tlačni test uparjalnika št. 1, po katerem so se odločili, da začepijo še tri U-cevi. Po končanem čepljenju je NE Krško začela z zagonom 25.5.1993. Naslednji dan, 26.5.1993, so NE Krško pričeli ustavljati, ker puščanje s primarne na sekundarno stran v uparjalniku št. 1 ni bilo odpravljeno. Začel se je "izredni remont 93". V obdobju od 10.5. do 25.5.1993 so bili štirje izredni inšpekcijski pregledi.

Izredni remont 93 je opisan posebej na koncu tega podpoglavja.

Po "izrednem remontu 93" so inšpekcijski pregledi obsegali:

- pregled programa meteorološkega nadzora v NE Krško
- priprave na vajo "Posavje 93"
- priprave na superkompaktiranje NSRAO
- modifikacijo "zmanjšanje koncentracije v tanku za vbrizgavanje bora (BIT)"
- potek kemijskih nadzornih testiranj
- status sistema ponezgodnega vzorčevanja in merjenja radioaktivnosti po nezgodi
- modifikacijo sistema bistvene oskrbne vode
- merjenje moderatorskega temperaturnega koeficienta ob koncu desetega cikla
- status načrtovanih modifikacij v letu 1993
- status programa medobratovalnih preizkušanj (ISI)

- izdelavo nove revizije "Načrta ukrepov v primeru izrednega dogodka"
- priprave na "menjavo goriva 93".
- status ukrepov po nezgodi v ameriški elektrarni TMI-2

Po "izrednem remontu 93" so bili trije izredni inšpekcijski pregledi. 25.8.1993 je bil opravljen izredni inšpekcijski pregled zaradi prekoračitve zahtev iz TS 16.7.1.2, 1. točka: Za potrebe jedrske elektrarne se sme maksimalno odvzemati 1/4 pretoka reke Save. Ta točka ne vpliva na jedrsko varnost, je ekološki pogoj. 26.11.1993 je bil izredni inšpekcijski pregled, ki je obravnaval ustavitev reaktorja NE Krško, ki se je zgodila istega dne zaradi nenamernega zaprtja osamitvenega ventila na glavnem parovodu pri rednem testiranju obvodnih osamitvenih ventilov na glavnem parovodu. Ta dogodek je sprožil tudi proženje sistema tehničnih varnostnih mer (Engineered Safety Features Actuation System) zaradi nizkega tlaka v uparjalniku. 17.12.1993 je bil izredni inšpekcijski pregled ob ustavitvi NE Krško zaradi menjave goriva. Ustavitev reaktorja je potekala normalno skoraj do konca, ko je pri moči reaktorja pod 10% prišlo do nihanja moči na turbini. Pri ročnem izklopu turbine je bila moč turbine nad 10%, kar je povzročilo sprožitev reaktorskega zaščitnega sistema in avtomatsko ustavitev reaktorja.

Dne 18.12.1993 se je pričela "menjava goriva 1993", ki se je nadaljevala tudi januarja 1994. Inšpekcijski pregledi v zvezi z "menjavo goriva 93" so do 31.12.1993 obravnavali:

- prepihovanje zadrževalnega hrama
- vgradnjo širokega nivoja akumulatorjev (SI)
- menjavo ventilov na sistemu za odzračevanje reaktorske glave
- test varnostnih ventilov tlačnika
- pripravo nove serije postopkov za menjavo goriva
- dobavo ventilov za sistem ponezgodnega vzorčevanja.

Izredni remont 93 v NE Krško

Dne 26.5.1993 je bila NE Krško po približno enodnevnem obratovanju ponovno ustavljena z odločbo RUJV po neuspešni sanaciji uparjalnika št. 1. Tega dne se je tudi začel "izredni remont 1993" (IR93), ki je trajal do 29.07.1993, ko je bil ob 4.00 uri reaktor NE Krško spet kritičen. Pregled U-cevi v obeh uparjalnikih je bil neposreden vzrok za pričetek IR93.

Med IR93 je bilo opravljenih 16 rednih inšpekcijskih pregledov in dva izredna inšpekcijska pregleda, ki sta bila opravljena na začetku in na koncu remonta.

Prvi inšpekcijski pregledi med IR93 so obravnavali, kako potekajo priprave na remontna dela, ker je bil remont nenačrtovan, tako da časa za podrobne priprave ni bilo, kajti redni remont je bil takrat načrtovan za 5.11.1993. Takoj na začetku remonta je bilo potrebno obravnavati naslednja vprašanja:

- vloga pooblaščenih strokovnih organizacij
- remontni pregled uparjalnikov in korektivni ukrepi
- kriterij sprejemljivosti morebitnega puščanja uparjalnikov
- status izvajanja odločb, povezanih z IR93.

NE Krško je med prioriteta dela med IR93 uvrstila: sanacijo uparjalnikov, remont glavnega generatorja, revizijo motorja reaktorske črpalke št.2 in remont motorja reaktorske črpalke št.1.

Med rednimi inšpekcijskimi pregledi je bila posebna pozornost posvečena: merjenju indikacij z metodo vrtnčnih tokov (ECT) v U-ceveh v obeh uparjalnikih, čepljenju uparjalnikov in vgradnji tulcev v poškodovane cevi, obhodom in ogledu remontnih aktivnosti na mestu samem, ter nadzornim testiranjem. Več o delovanju in kontroli uparjalnikov v poglavju 3.1.7..

S pooblaščenimi organizacijami je bilo dogovorjeno, da bodo redno tedensko na posebnih sestankih seznanjale inšpektorja za jedrsko varnost o svojih ugotovitvah, opažanjih in o poteku del na področjih, za katera so pooblašcene. Kratek pregled njihovega poročanja po posameznih pooblaščenih organizacijah je naslednji:

Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV) je koordinator remontnih dejavnosti vseh pooblaščenih organizacij. Že v obdobju od 10.5.1993 do 24.5.1993, ko je bila NE Krško prvič ustavljena zaradi puščanja uparjalnika št. 1, je bil opravljen pregled dveh odklopnikov 400 kV, preizkus distančne zaščite in zbiralnice zaščite ter preizkus transformatorjev GT1, GT2, T1 in T2. Med IR93 je bila glavna pozornost usmerjena na glavni generator (meritev izolacijskega stanja statorja, preizkus izolacije lamel rotorja, napetostni preizkus, merjenje napetostnega regulatorja, test primarne zaščite), inverterjem ter remontu elektromotorjev varnostnih sistemov in komponent. EIMV je pooblaščen tudi za nadzor umerjanja instrumentacije. Med IR93 je nadziral umerjanje instrumentacije na sistemih reaktorskega hladila (temperatura in nivo), glavne pare, hlajenja komponent, nadzora sevanja, glavnega generatorja in sistema za nadzor kemije in volumna.

Ekonerg je nadziral dela, ki so jih opravljali Turboteh (remontna dela na turbini), Hrvatske železnice (remont dieselskih generatorjev DG1 in DG2), Medivak (na črpalkah primarnih sistemov), Cropumps (na črpalkah sekundarnih sistemov in protipožarne zaščite), Hidromontaža (na ventilih primarnih sistemov), Djuro Djaković (na ventilih sekundarnih sistemov), IMP (gretje in ventilacija) in Inetec (meritve z vrtnčnimi tokovi U-cevi v uparjalnikih).

Inštitut za metalne konstrukcije (IMK) je nadziral dela na čistilnih napravah na Savi, ki jih je opravljal Metalna; dela na obešalih in blažilnikih, ki jih je opravila Hidromontaža; vzdrževalna dela na menjalnikih toplote, ki jih je opravil Djuro Djaković ter dela na dvigalih, ki jih je opravil Medivak. Predstavnik IMK je prisostvoval tudi zapiranju uparjalnikov in tlačnika ter pri čepljenju in vgradnji tulcev.

Institut Jožef Stefan (IJS) je bil zadolžen, da oceni dela, ki so bila opravljena v zvezi z varnostnimi sistemi (sistemi za hlajenje sredice v sili, ogljeni filtri, pomožna napajalna voda, osamitveni ventili na glavnem parovodu), instrumentacijo za ustavitev reaktorja, v zvezi s sistemom za proženje tehničnih varnostnih mer, testiranjem komponent reaktorskega hladilnega sistema, testiranjem tesnosti nekaterih osamitvenih ventilov zadrževalnega hrama. IJS je nadziral tudi sanacijo uparjalnikov.

Institut za elektroprivredno i energetiko (IE) je pooblaščen za umerjanje instrumentacije, in sicer za nadzor umerjanja instrumentacije reaktorskega hladilnega sistema, jedrske instrumentacije, varnostnega vbrizgavanja, kaluženja uparjalnikov, dieselskih generatorjev (DG1 in DG2), elektrohidravličnega sistema za regulacijo in zaščito bloka turbina-generator, sistema gretja in klimatizacije ter za nadzor projekta procesno-informacijskega sistema.

2.2.2.3. Raziskovalni reaktor TRIGA

V letu 1993 so bili opravljeni trije inšpekcijski pregledi raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II.

Inšpekcijski pregled 8.1.1993 je obsegal pregled programa uveljavitve priporočil INSARR in izdelavo Nacrta ukrepov za reaktorski center v Podgorici. Inšpekcijski pregled 8.4.1993 je bil opravljen skupaj z republiškim elektroenergetskim inšpektorjem v zvezi skladiščem izrabljenega goriva in glede na vzdrževanje in sposobnost varnega obratovanja po prenovi jakotčnih instalacij. 26.11.1993 pa je bil opravljen inšpekcijski pregled s sodelovanjem Republiškega sanitarnega inšpektorata. Na tem inšpekcijskem pregledu je bilo obravnavano fizično varovanje, poročanje v primeru izrednega dogodka, opravljen pa je bil tudi ogled prostorov reaktorja, vročih celic in prehodnega skladišča NSRAO za majhne uporabnike.

2.2.2.4. Rudnik Žirovski vrh

Dne 30.11.1993 je bil opravljen redni inšpekcijski pregled Rudnika Žirovski vrh s sodelovanjem Republiškega sanitarnega inšpektorata. Pregledan je bil program nadzora okolja za leto 1993 ter opravljen ogled jamskega dela rudnika in odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt.

2.2.2.5. Sodelovanje z drugimi inšpekcijami

Republiška uprava za jedrsko varnost skuša na področju jedrske varnosti okrepiti stike tudi z drugimi inšpekcijami. V letu 1993 sta bila organizirana dva sestanka predstavnikov Republiške uprave za jedrsko varnost z glavnimi republiškimi inšpektorji v zvezi s programom dela inšpekcije za jedrsko varnost, in sicer 17.6.1993 z glavnimi republiškimi inšpektorji, ki pokrivajo naslednja področja: sanitarno, elektroenergetsko, požarno varstvo, notranje zadeve, obrambno, gradbeno in urbanistično. Dne 15.12.1993 je bil sklenjen dogovor o pristojnostih Republiškega rudarskega inšpektorata, Republiškega sanitarnega inšpektorata in Republiške uprave za jedrsko varnost pri izvajanju zapiralnih del na podlagi Zakona o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh.

Inšpektorja za jedrsko varnost sta v letu 1993 sodelovala z republiškim požarnim inšpektorjem pri inšpekcijskem pregledu NE Krško, z republiškim elektroenergetskim inšpektorjem pri dveh inšpekcijskih pregledih opravljenih del v zvezi z "zbirnima strokovnima ocenama" po "remontu 92" in po "izrednem remontu 93" in še pri inšpekcijskem pregledu reaktorja TRIGA, in z republiškim sanitarnim inšpektorjem pri pregledu Rudnika Žirovski vrh ter pri inšpekcijskem pregledu reaktorja TRIGA.

2.2.2.6. Zaključek

Iz dosedanjih izkušenj in dejstev lahko ugotovimo:

- Sektor inšpekcijskega nadzora objektov uspešno sodeluje z drugimi upravnimi in inšpekcijskimi organi.
- Remontna dela, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po "izrednem remontu 93", ki se je končal konec julija 1993, ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam, oziroma so v skladu z merili sprejemljivosti v odobrenih postopkih.
- Po vsaki nenačrtovani ustavitvi NE Krško so bili izvedeni izredni inšpekcijski pregledi razen ob ustavitvi 3.3.1993, ko je bil v času ustavitve v teku redni inšpekcijski pregled. NE Krško je po vsaki nenačrtovani ustavitvi predlagala kratkoročne in dolgoročne ukrepe za trajno odpravo vzrokov. Pregledani so bili vzroki in predlagani ukrepi, ter nadzorovano izpolnjevanje sprejetih ukrepov.
- Pri izpadih in ustavitvah elektrarne v letu 1993 je bilo ugotovljeno, da so bili vzroki:
 - * električni sistemi: inverter (pregorela varovalka)
 - * puščanje uparjalnika
 - * človeška napaka: napaka pri testiranju obvodnih ventilov na glavnem parovodu, ki je sprožila tudi sistem tehničnih varnostnih mer
 - * ustavitev reaktorja na nizki moči zaradi nihanja moči na turbini

Vsi varnostni sistemi za varno ustavitev elektrarne so delovali v skladu s projektno predvidenimi parametri in jedrska varnost ni bila ogrožena.

Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II Reaktorskega centra Podgorica Instituta Jožef Stefan je v letu 1993 ustrezalo obratovalnim pogojem in omejitvam.

Radioaktivni odpadki v začasnemu skladišču nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov v NE Krško in v prehodnem skladišču radioaktivnih odpadkov Reaktorskega centra Podgorica se skladiščijo v skladu z zakonodajo, evidence se vodijo korektno in dosledno.

2.2.3. Izdani upravni akti

Pri opravljanju upravnih nalog je v letu 1993 RUJV izdala Nuklearni elektrarni Krško dvaindvajset upravnih aktov, ki se nanašajo na:

- strokovno usposabljanje,
- dopolnitev končnega varnostnega poročila, poglavje 15, z analizo male izlivne nezgode,
- izgradnjo III. faze poslovnega kompleksa - skladišče rezervnih delov in opreme,
- posodobitev sistema seizmičnega monitoringa,
- ukrepe po nezgodi v JE Otok treh milj,
- verjetnostna analiza varnosti elektrarne glede na notranje in zunanje začetne dogodke,
- zaustavitev elektrarne, zaradi ponovnega puščanja cevi uparjalnika
- vzgradnjo tulcev v uparjalnikih,
- sistem za ponezgodno jemanje vzorcev procesov in sprememba obratovalnih pogojev in omejitev
- izvedba postopka superkompaktiranja radioaktivnih odpadkov
- spremembo in dopolnitev standardnega formata Obratovalnih pogojev

- in omejitev, ki se nanaša na sanacijo cevi v uparjalnikih (vgradnja tulcev in kriteriji za čepljenje),
- meteorološke meritve v okolici NE Krško za leto 1993,
 - radiološki nadzor NE Krško za leto 1993,
 - sprememba obratovalnih pogojev in omejitev odvzema reke Save za potrebe hlajenja jedrske elektrarne,
 - sklep o ustavitvi postopka za podaljšanje roka za dostavo končnega poročila 1. stopnje verjetnostne varnostne analize NE Krško,
 - sprememba obratovalnih pogojev in omejitev v zvezi z spremembo meja ustavitve kontrolnih snopov v odvisnosti od odstotka moči reaktorja.

Metalki Commerce, p.o., Ljubljana je Republiška uprava za jedrsko varnost izdala štiri upravne akte v zvezi z:

- nabavo jedrskega materiala
- ukvarjanje s prometom jedrskih materialov
- pakiranje jedrskega goriva.

Institutu za elektroprivredno i energetiku iz Zagreba je bilo izdano pooblastilo za izvajanje nalog s področja jedrske varnosti.

2.2.4. Kadri, Izobraževanje

V letu 1993 so se v Republiški upravi za jedrsko varnost zaposlili štirje novi sodelavci: 2 pripravnik (za določen čas enega leta), pomočnik direktorja, višji svetovalec, razrešen pa je bil svetovalec direktorja, skupaj 31.12.1993 18 delavcev.

Priporočila Misije Evropske skupnosti ocenjujejo, da je RUJV, z obsegom pristojnosti, ki jih opredeljuje zakonodaja, kadrovsko prešibka ter priporoča, da se RUJV v naslednjih letih okrepi do števila 35. (Več o mednarodnih misijah v R Sloveniji glej pod tč. 4 poročila).

Veliko pozornosti je bilo tudi v letu 1993 posvečeno strokovnemu usposabljanju delavcev RUJV. Poleg tega, da vsi strokovni delavci opravijo strokovni izpit (za upravne in višje upravne delavce), je poudarek tudi na seminarjih in tečajih za tuje jezike, računalništvo, predvsem pa tudi na strokovnih posvetih s področja jedrske varnosti in radiološke zaščite. En sodelavec je pričel s šolanjem za pridobitev magisterskega naslova. Šolanje pa je še posebej intenzivno v tujini, saj mora uprava za strokovno pokrivanje področja, ki je v stalnem tehnološkem razvoju, spremljati dognanja svetovne teorije in prakse (več o tem pod točko 2.3.3.3. poročila).

2.2.5. Delo strokovnih komisij

Pri Republiški upravi za jedrsko varnost deluje strokovna komisija za jedrsko varnost (SKJV), ki se je v letu 1993 sestala trikrat. Ima 22 članov, 10 članov je delegiranih iz upravnih organov, 12 strokovnjakov pa je izvedencev za posamezna področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji. Področje dela SKJV je definirano z veljavnim republiškim zakonom o izvajanju varstva

pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav ter z njenim Poslovníkom.

Poleg standardne točke, tj. "varnost delovanja jedrskih objektov v obdobju po zadnji seji", je SKJV v letu 1993 obravnavala tudi (primeroma):

- poročilo o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1992,
- predlog programa dodatnih geološko-neotektonskih in seizmoloških raziskav,
- intervencijski nivoji za primer jedrske oz. radiološke nesreče,
- predlog za izdajo kazenskega zakonika R Slovenije - kazenske določbe s področja jedrske in radiološke varnosti
- poročilo o izrednem remontu 1993 NE Krško
- poročilo o remontu in menjavi goriva v letu 1992
- predlog letnega programa ukrepov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost za leto 1994.

Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško je v letu 1993 organizirala dva izpitna roka za 23 kandidatov. Preizkus usposobljenosti je opravljalo 15 kandidatov za glavnega operaterja, ki so licenco obnavljali, 3 kandidati za glavnega operaterja, ki so izpit opravljali prvič, 1 kandidat je obnavljal licenco za operaterja reaktorja, 4 kandidati pa so se potegovali za pridobitev prve licence za operaterja reaktorja. Vsi kandidati so izpite uspešno opravili, ter jim je na predlog komisije, RUJV licence izdala oz. podaljšala. Posebej je opazno, da je komisija v letu 1993 ocenila, da je usposobljenost kandidatov na vedno boljši ravni, kar se kaže tudi v rezultatih izpita ter roku veljavnosti podaljšanih licenc operaterjem.

2.2.6. Drugo (so) delovanje

Sodelovanje z drugimi upravnimi organi je bilo glede na izrazito interdisciplinarnost področja dela RUJV tudi v letu 1993 zelo intenzivno, predvsem z Ministrstvom za gospodarske dejavnosti, Ministrstvom za delo, družino in socialne zadeve, Ministrstvom za zdravstvo, Ministrstvom za zunanje zadeve, Ministrstvom za notranje zadeve, Ministrstvom za obrambo in Ministrstvom za znanost in tehnologijo. To sodelovanje se odraža tako pri izdaji upravnih aktov, pripravi odgovor na poslanska vprašanja in pobude, kot tudi pri pripravi gradiv za seje Vlade in njenih delovnih teles ter pri delu interdisciplinarnih strokovnih komisij (delo mednarodnih komisij je obravnavano pod tč. 4 poročila).

2.2.7 Raziskave in študije

S področja naravnih danosti lokacije NE Krško je RUJV v letu 1993 naročila in financirala sledeče raziskave in študije:

- Neotektonika Krške kotline - predhodno poročilo prof. dr. Dušana Kuščarja, februar 1993;
- Pregled in reinterpretacija geofizikalnih raziskav v okolici NE Krško - študijo je izdelal Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana, avgust 1993;
- Raziskave za potrebe ugotavljanja potresne nevarnosti na lokaciji NE

Krško - poročilo mag. Tomaža Verbiča, FNT Ódsek za geologijo,
Ljubljana, december 1993

Iz navedene dokumentacije je možno na kratko povzeti, da je lokacijo NE Krško in okolico raziskovalo večje število strokovnjakov z različnimi metodami. Na žalost pa so rezultati raznih avtorjev zelo različni in mnogokrat nasprotujoči. To ima za posledico veliko nezanesljivost in slabo dokazljivost prisotnosti mnogoštevilnih tektonskih prelomov raznih avtorjev. To je tudi eden od odločujočih vzrokov za predlog po dodatnih terenskih geološko-seizmoloških raziskavah. Zato je RUJV s sodelovanjem zunanjih sodelavcev že pripravila program dodatnih geološko, neotektonskih in seizmoloških raziskav v okolici NE Krško.

Z raziskavami bi preverili v kakšni meri je obratovanje NE Krško varno, v slučaju potresov, ki se pogosto pojavljajo s hipocentri v neposredni bližini elektrarne. Zato bo za te potrese potrebno ugotoviti lego žarišča (oddaljenost hipocentra od NEK) in maksimalno pričakovano magnitudo (po Richterju) v času predvidenega obratovanja NEK. V sklopu tega cilja bi bilo potrebno raziskati tudi, kateri tektonski prelomi v okolici NEK dejansko obstajajo in določiti njihovo stopnjo in vrsto pričakovane aktivnosti. Končen cilj tega dela raziskav je natančnejša določitev za objekt NEK pomembnih potresnih parametrov na lokaciji NEK in na podlagi teh parametrov z varnostno analizo preveriti kritične komponente objektov NEK in skupen seizmični riziko. Navedeni rezultati bi služili kot vhodni podatki za verjetnostno varnostno analizo NEK. Podporo temu delu raziskovalnega programa so že dali razni tuji in domači eksperti in inštitucije.

Razprave v letu 1992 ob poročilu Skupščinske komisije za proučitev okoliščin izgradnje NE Krško in posledic njenega obratovanja in priporočila Skupščinske komisije za varstvo okolja in naravno dediščino, podprte s strokovnimi mnenji, narekujejo izvedbo obsežnejših dodatnih terenskih geološko - seizmoloških raziskav.

Širši pomen pa bodo imeli rezultati predlaganih raziskav kot podpora odgovoru na skrb širše javnosti doma ter v sosednji Avstriji in Italiji o prisotnosti aktivnih prelomov v bližini NEK in o nevarnosti visokih talnih pospeškov ob bližnjih potresih.

Izdelana je bila tudi hidrogeološka študija z naslovom "Model podtalnice Krško-Brežiškega polja". Nosilec naloge je bil prof. dr. Mitja Brilly iz FAGG, Laboratorij za mehaniko tekočin. Ugotovljeno je, da se smer podtalnice v smeri proti Savi in njena hitrost bistveno ne spreminjajo. Onesnaženje podtalnice na lokaciji NE Krško bi zato zajelo le ozek pas tokovnice (10 do 20 metrov) od mesta onesnaženja do struge Save, kjer se podtalnica drenira. Vpliv onesnaženja na sami lokaciji NEK torej v nobenem primeru ne bo presegel območje objekta. Izlitje, infiltracija ali spiranje onesnaženja na lokaciji NEK, ki bi prispelo v podtalnico pod objektom, bo odteklo v reko Savo v neposredni bližini objekta.

V skladu z letnim programom za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost so bile izdelane sledeče študije:

- Ocena ponezgodnih doz s programom CRAC 2, izračun radioaktivnih izpustov za nekaj scenarijev nezgod, IJS št. IJS-DP-6880. S pomočjo

CRAC 2 so izračunali sprostitve radioaktivnih snovi za nezgodne scenarije devetih PWR kategorij iz WASH-1400. S tem se lahko ne samo medsebojno primerja teža posameznih nezgod, ampak se lahko tabele sproščenih aktivnosti uporabljajo tudi kot vhodne podatke v drugih računalniških programih, npr. v PC-COSYMA.

- Nadaljevanje raziskav s programom RASCAL2 in COSYMA, IJS št. IJS-DP-6879. RASCAL2 je namenjen hitrem ocenjevanju položaja in potencialnih posledic nezgod kaj se je pokazalo tudi pri uporabi v vaji Posavje 93. PC-COSYMA spada v najnovejšo generacijo programov, ki omogoča ocenjevanje tveganja prebivalstva, podobno kot CRAC2 in MELCOR. Pridobita je možnost, da se iste probleme ocenjuje z različnimi programi, kar daje rezultatom dodatno kredibilnost.
- Računalniški program IZAK - podatkovna baza za izračun aktivnosti in vsebnosti radionukleidov v iztrošenem gorivu NE Krško, IJS, št. IJS-DP-6927. V nalogi je opisan program IZAK, s katerim generiramo podatkovno bazo o aktivnosti in vsebnosti radionukleidov v gorivnih elementih v bazenu za iztrošeno gorivo in sredici JE Krško. Podatke o gorivnih elementih program črpa iz FASLIB knjižnice, ki je del paketa za projektiranje sredice CORD2. Program deluje tako, da požene program ORIGIN za vse gorivne elemente pri pogojih in do časa, ki ga predpišemo, ter rezultate uredi v pregledno obliko. Program je razvit za računalnik PC-AT 386.
- Implementacija Monte Carlo programskega paketa MCNP4A ter preračun kritičnosti bazena za iztrošeno gorivo NE Krško, IJS, št. IJS-DP-6893. Naloga predstavlja implementacijo PC verzije paketa MCNP4A za nevtronske/gama Monte Carlo preračune. Predstavljen je preračun kritičnosti bazena za iztrošeno gorivo NE Krško pri nepolni rešetki (ena polna lokacija na tri prazne).
- Analiza občutljivosti jedrske elektrarne v vojnih pogojih (The Analysis of the NPP Vulnerability in War Conditions) IJS, št. IJS-DP-6870. Ob izpadu električnega napajanja jedrske elektrarne v stanje hladne zaustavitve, lahko zaostalo toploto odvajamo z naravno cirkulacijo primarnega hladila. Razvit je termohidravlični model in računalniški program, s katerim lahko simuliramo razvoj in potek narave cirkulacije. Določeno je optimalno stanje jedrske elektrarne Krško v stanju hladne zaustavitve pred pričakovanim izpadom električnega napajanja.
- Študija o zanesljivosti zunanjega napajanja NE Krško, Elektroinštitut Milan Vidmar,

V letu 1993 so bile naročene še sledeče raziskave in študije, ki pa bodo končane šele v letu 1994:

- Opazovanja tektonskih premikov v okolici NE Krško z geodetskimi meritvami; izvajalec FAGG Ljubljana, Odsek za geodezijo;
- Priprava postopka za analizo odziva gradbenih konstrukcij NEK pri registriranih potresih; izvajalec FAGG Ljubljana, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo.
- Določitev etažnih spektrov za NE Krško; izvajalec Univerza v Mariboru, Laboratorij za teoretično in eksperimentalno analizo konstrukcij in optimizacijo.

2.3. MEDNARODNO SODELOVANJE

2.3.1. Pravno nasledstvo mednarodnih sporazumov

Na pobudo RUJV je bil že leta 1992 zaključen postopek nasledstva najpomembnejših mednarodnih sporazumov, ki urejajo področje jedrske varnosti. V letu 1993 pa je na pobudo RUJV Ministrstvo za zunanje zadeve sprožilo postopek za sklenitev sporazuma med R Slovenijo in Mednarodno agencijo za atomsko energijo za izvajanje nadzora v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja (t.i. safeguards sporazum), katerega osnovni namen je preprečitev zlorabe miroljubne uporabe jedrske energije in s katerim se uveljavlja sistem nadzora MAAE inšpektorjev za vse jedrske ali posebne cepljive materiale pri vseh miroljubnih jedrskih dejavnostih v R Sloveniji.

Na podlagi posebne note, ki je bila naslovljena na MAAE, se sicer še uporablja tudi za ozemlje R Slovenije sorodni sporazum med nekdanjo SFR Jugoslavijo in MAAE, s sklenitvijo tega sporazuma pa bo tudi ta (bilateralni) mednarodni sporazum pretrgal vezi z bivšo SFRJ.

2.3.2. Sklepanje novih sporazumov

- Sporazum med R Slovenijo in R Avstrijo o zgodnjem obveščanju v primeru radiološke nevarnosti

Pobudo za sklenitev sporazuma je podala RUJV, sprejeta pa je bila na Vladi R Slovenije dne 4.3.1993; nadalje pa sta jo potrdila tudi Odbor Državnega zbora za mednarodne odnose ter Odbor za infrastrukturo in okolje.

Na tej osnovi so bili v letu 1993 opravljeni z avstrijsko stranjo že trije krogi pogajanj (13. in 14.7. na Dunaju, 18. in 19.10. v Ljubljani ter 30.11. in 1.12.1993 zopet na Dunaju). Po zaključnem tretjem krogu pogajanj je delegacija R Slovenije pripravila poročilo za Vlado R Slovenije. Odprta ostajajo predvsem naslednja vprašanja:

- * kdaj je potrebno začeti s poročanjem (vznemirjeno prebivalstvo druge pogodbene stranke ali odločitev o sprejemu zaščitnih ukrepov)
- * obseg poročanja (predvidljivi in nepredvidljivi dogodki v bližnji okolici jedrskih naprav ali nesreče, ki so povzročile ali utegnejo povzročiti obsežnejše emisije radioaktivnih materialov)
- * o vrsti dogodka (dogodki ali nezgode ali nesreče)
- * kontaktne točke.

Bistvo odprtih vprašanj lepo ilustrira tudi nesoglasje obeh delegacij glede naslova sporazuma, katerega bi želela avstrijska stran imenovati sporazum o ureditvi vprašanj, ki so v skupnem interesu glede jedrske varnosti in varstva pred sevanji, slovenska stran pa sporazum o zgodnji izmenjavi informacij o radiološki nevarnosti.

Stališče slovenske delegacije je, da se prične obveznost obveščanja, ko se ena pogodbeni stranka odloči za sprejem ukrepov (širokih) razsežnosti z namenom, da zaščiti prebivalstvo pred radiološkimi nevarnostmi, pri čemer se ne more z gotovostjo izključiti ogrožanje prebivalstva druge pogodbene stranke, gre pa za nesreče, ki povzročijo ali utegnejo povzročiti obsežnejše emisije radioaktivnih materialov.

Slovenska delegacija meni, da bi bilo zaradi nemožnosti objektiviziranja kriterija "zaskrbljenosti prebivalstva" sporazum, v katerem bi bil ta kriterij vgrajen, zelo težko izvajati. Poleg tega bi nam bilo v primeru, ko bi prišlo do zaskrbljenosti prebivalstva na avstrijski strani zaradi različnih razlogov (npr. senzacionalističnega poročanja medijev), očitano neizvajanje oz. kršenje sporazuma. Slovenska delegacija meni, da je bolje v praksi zagotoviti obveščanje, ki presega obveznosti iz sporazuma, kot pa se s sporazumom obvezati na obveščanje, ki ga bo težko zagotoviti.

- **Sporazumi o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti med R Slovenijo in sosednjimi državami (Madžarska, Italija in Hrvaška).**

Koncem leta (točneje v novembru) 1993 je RUJV predlagala upravnim organom sosednjih držav, pristojnim za jedrsko varnost, sklenitev bilateralnih, medvladnih sporazumov o izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti. Ker predstavljajo podlago za sklenitev predlaganih sporazumov mednarodne konvencije in direktiva ES (sedaj EU), in ker je uveljavljena mednarodna praksa, da so tovrstni sporazumi do določene mere standardizirani, se je zdelo upravičeno in smotno vsem sosednjim državam predložiti eno besedilo, ki se bo med pogajanjem z delegacijami posameznih držav tudi ustrezno modificiralo. Vsi naslovniki predlaganega osnutka so iniciativo RUJV podprli in izrazili pripravljenost za sklenitev bilateralnih sporazumov.

- **Sporazum med RUJV in jedrsko regulatorno komisije ZDA (US NRC) o izmenjavi tehničnih informacij in sodelovanju na področju jedrske varnosti.**

V mesecu decembru 1993 je bilo, s podpisom sporazuma zaključeno skoraj celoletno delo pri pripravi navedenega sporazuma, ki je za R Slovenijo še posebej pomemben.

S sporazumom se regulirajo ter pravno urejajo vprašanja medsebojnega sodelovanja obeh upravnih organov, ki je do sedaj temeljilo na sorodnem sporazumu med ameriško jedrsko komisijo in zveznim komitejem za energetiko in industrijo bivše SFRJ.

Vsebina sporazuma temelji predvsem na dogovoru o izmenjavi tehničnih informacij, izmenjavi predpisanih standardov, sodelovanju na področju raziskovanja in razvoja varnosti jedrskih naprav, usposabljanja in specializacije kadrov ter dodatnih nasvetov na področju varnosti. Vsa ta področja so še posebej zanimiva za Slovenijo spričo dejstva, da je naša jedrska elektrarna ameriškega tipa (Westinghouse) ter da je tudi šolski reaktor v Podgorici v okvirju projekta Mednarodne agencije za atomsko energijo v okviru tehnične pomoči.

2.3.3. Sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo

Slovenija je bila leta 1992 sprejeta v polnopravno članstvo Mednarodne agencije za atomsko energijo (MAAE).

Najvišji organ MAAE je Generalna konferenca, ki se sestane enkrat letno - ponavadi v mesecu septembru. Med dvema zasedanjema Generalne konference pa je najvišje telo Svet guvernerjev, ki ima ponavadi 4 - 5 zasedanj letno.

Slovenijo je na 37. zasedanju Generalne konference MAAE, ki je potakala od 27.9. do 1.10.1993 na Dunaju zastopala delegacija, sestavljena iz predstavnikov Republiške uprave za jedrsko varnost, Ministrstva za gospodarske dejavnosti, Inštituta "Jožef Stefan", pri delu pa so sodelovali tudi predstavniki Veleposlaništva iz Slovenije na Dunaju. Po zasedanju je delegacija poročala o svojem delu Vladi R Slovenije.

Republiška uprava za jedrsko varnost v največji možni meri pokriva tudi del Sveta Guvernerjev, kjer se kreira politika MAAE ter pripravljajo in potrjujejo gradiva, ki bodo kasneje obravnavana na Generalni konferenci.

2.3.3.1. Priprava mednarodnih konvencij

V okviru MAAE potekajo priprave za sprejem nekaterih pomembnih konvencij s področja jedrske in radiološke varnosti. Primeroma navajamo le:

- Osnovni varnostni standardi iz varstva pred sevanji (Basic Safety Standards)

MAAE je že leta 1990 ustanovila v sodelovanju z FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO in WHO medagencijski komite, katerega naloga je vključiti v osnovne varnostne standarde iz varstva pred sevanji najnovejša priporočila ICRP - 60 mednarodnega komiteja za zaščito pred sevanji (ICRP), ki so bila izdana 1990. V času od zadnjega zasedanja Generalne konference je Skupni komite, ki operativno vodi pripravo nove revizije osnovnih varnostnih standardov pripravil že revizije št. 2, 3 in 4, na katere so države članice lahko podale svoje pripombe ter izmenjale poglede (tudi na t.i. sestankih tehničnega komiteja).

- Konvencija o jedrski varnosti

Prva zamisel o potrebnosti priprave Konvencije o jedrski varnosti se je porodila na Mednarodni konferenci o varnosti pri jedrski energiji: strategija za prihodnost, v septembru 1991, katere zaključek je bil, da je potreben "celovit pristop k vsem vidikom jedrske varnosti".

Na 35. zasedanju Generalne konference Mednarodne agencije za atomsko energijo so že istega leta pozvali Generalnega direktorja Agencije, da pripravi okvire za možne elemente, ki bi naj jih vsebovala taka konvencija. Svet guvernerjev Agencije je pooblastil Generalnega direktorja, da ustanovi ekspertno skupino, ki bi pripravila vse potrebne vsebinske priprave za sprejem Konvencije o jedrski varnosti.

Ekspertna skupina se je prvič sestala v maju 1992 ter je imela do zaključka dela sedem srečanj. Pri delu skupine je sodelovalo preko 130 strokovnjakov iz več kot 55 držav, pri delu pa so sodelovali tudi strokovnjaki Komisije evropske skupnosti, OECD/Nuclear Energy Agency in International Labor Organization.

Na 37. zasedanju leta 1993 je Generalna konferenca sprejela resolucijo GC(XXXVII)RES/615, v kateri med drugim poudarja "željo po sklicu diplomatske konference v začetku leta 1994, ki bi obravnavala osnutek Konvencije o jedrski varnosti, kot ga je pripravila ekspertna skupina" ter vabi "kar največje število držav, predvsem tistih, ki imajo na svojem ozemlju jedrske objekte, da postanejo članice konvencije".

- Revizija Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo

Svet guvernerjev je že leta 1990 ustanovil stalni komite (Standing Committee) z nalogo proučiti vprašanja mednarodne civilne odgovornosti za jedrsko škodo, mednarodne državne odgovornosti za jedrsko škodo, razširitve uporabe revidirane Dunajske konvencije o odgovornosti za jedrsko škodo na vojaške jedrske objekte, postopka reševanja sporov, itd. Vsa ta vprašanja je stalni komite obravnaval tudi 7. seji (24. - 28. maj 1993). in 8. seji (11.-15. oktobra 1993). Težišče dela stalnega komiteja je bilo predvsem na pripravi teksta revizije Dunajske konvencije. Eden od ciljev revidiranega sistema Dunajske konvencije je tudi njegoa čimširša sprejemljivost (odprava dvotirnega sistema Dunajska - Pariška konvencija), po drugi strani pa se želi doseči tudi pristop vrste pomembnih jedrskih držav, ki dosedaj niso bile članice nobenega od obeh sistemov (ZDA, države bivše SZ, Japonska).

Vzporedno s pripravami na diplomatsko konferenco za revizijo Dunajske konvencije je zelo intenzivno predvsem delo pri reševanju vprašanja t.i. dopolnilnega kritja za zagotavljanje sredstev, kadar sredstva uporabnika oz. njegovega obveznega (a limitiranega) finančnega varstva ne zadoščajo. Gre za socializacijo rizika, v katero bi morali biti poleg uporabnika jedrske naprave vključeni še država, kjer se objekt nahaja, mednarodni zavarovalni pool, ter združena javna sredstva držav članic.

2.3.3.2. Misije MAAE

V okviru MAAE deluje več misij, ki na zahtevo oz. povabilo države članice MAAE organizirajo specializirane svetovalne obiske oz. misije. V letu 1993 je tako:

- Agencija organizirala 6 misij OSART (Operational Safety Review Team) (med drugim tudi v NE Krško od 5 - 23. julija) in 5 kontrolnih (t.i. followup) obiskov. Poročila o rezultatih OSART misije v Sloveniji je zajeto v točki 4.3.
- 12 je bilo ASSET (Assessment of Safety Significant Events Team) misij; Republiška uprava za jedrsko varnost pa je v letu 1993 naslovila na Agencijo prošnjo, da le-tav Sloveniji organizira v letu 1994 ASSET seminar z naslovom "Preprečitev nezgod"
- leta 1993 je Agencija organizirala 11 t.i. ASCOT (Assessment of Safety Culture in Organizations Team) seminarjev; tudi tu je Slovenija

zaprošila Agencijo, da organizira seminar v Sloveniji v letu 1994.

- INES (International Nuclear Event Scale) združuje po dosedaj zbranih podatkih že 53 držav članic in 6 drugih mednarodnih organizacij (npr. CEC, OECD, itd.).

V okviru Agencije delujejo tudi še drugi pomembni sistemi, kot so npr. IRS (Incident Reporting System) ter INIS (International Nuclear Information System), kjer Republiška uprava za jedrsko varnost sodeluje ter ima v delovnih telesih Agencije tudi svoje predstavnike.

V okviru delovanja misije OSART v Mochovcah in Gravelinu sta sodelovala tudi dva strokovnjaka iz RUJV.

2.3.3.3. Drugo sodelovanje MAAE

A. Seminarji, tečaji in delavnice, ki jih organizira MAAE

Delavci RUJV so se tudi v lanskem letu uspešno udeleževali različnih seminarjev, tečajev in delavnic, ki jih organizira Agencija sama ali v sodelovanju z drugimi organizacijami:

- Medregionalni tečaj "Tehnike ocenjevanja varnosti pri obratovanju", Madrid, 12-30 april 1993
- Mednarodni tečaj "Fizična zaščita jedrskih objektov in materialov", Albuquerque, New Mexico, 11-29 april 1993
- Seminar strokovnjakov "Uporaba verjetnostnih ocen varnosti v upravnem postopku", Dunaj, 26-29 april 1993
- Seminar strokovnjakov "Težave pri uparjalnikih in njihova zamenjava", Madrid, 13-17 december 1993
- Tehnični komite za člane skupine INIS (Mednarodni nuklearni informacijski sistem) "Pregled izkušenj in povratnih informacij, ki so prisotne v javnosti in občilih", Dunaj, 27-29 oktober 1993
- Tehnični komite "Osnovni standardi varnosti", Dunaj, 13-17 december 1993
- Tehnični komite "Postopki ob nesrečah in zahteve pri sistemih", Dunaj, 4-8 oktober 1993
- Tehnični komite "Postopki za uporabo verjetnostnih ocen varnosti za vzpostavitev najboljših pogojev in omejitev pri obratovanju jedrskih elektrarn", Barcelona, 20-23 september 1993
- "Sistem obveščanja o nesrečah", IRS, Pariz, 27-29 september 1993
- Medregionalni tečaj "Evidenca in nadzor jedrskih materialov", St. Petersburg, 4-13 oktober 1993
- Seminar strokovnjakov "Izboljšanje jedrske in radiacijske instrumentacije; vpliv izkušenj in novih tehnologij", Saclay, 18-20 oktober 1993
- Seminar strokovnjakov "Verjetnostne ocene varnosti PSAPACK", Dunaj, 29. november - 3. december 1993.

Na teh in tudi drugih seminarjih in tečajih so poleg delavcev RUJV sodelovali tudi slovenski strokovnjaki iz drugih organizacij, kot so: Institut Jožef Stefan, Nuklearna elektrarna Krško, Klinični center, IBE Elektroprojekt, Elektroinštitut "Milan Vidmar", itd.

Vendar pa se delavci RUJV-ja niso udeležili samo seminarjev, ki jih je organizirala Agencija, temveč tudi seminarjev, ki so bili v organizaciji drugih institucij.

OECD/NEA Agencija za jedrsko energijo:

* Seminar strokovnjakov "Varstvo pred požari in sistemi za varstvo pred požari v jedrskih elektrarnah", Koeln, 6-9 december 1993

NRPB National Radiological Protection Board (Britanski svet za radiološko zaščito):

* Tečaj o radiološki zaščiti, Chilton, Anglija, 15. november - 3. december 1993

Nuclear Power Plant Research Institute Training Centre/MAAE (Raziskovalno-izobraževalni inštitut Mednarodne agencije za atomsko energijo):

* Seminar o osnovah verjetnostnih ocen varnosti, Trnava, Slovaška, 30. avgust - 3. september 1993

V okviru dvostranskega sodelovanja so tudi slovenski strokovnjaki iz Nuklearne elektrarne Krško, Instituta Jožef Stefan, Fakultete za naravoslovje in tehnologijo, Rudnika Lignita Velenje in Elektroinštituta "Milan Vidmar" sodelovali kot organizatorji, svetovalci in predavatelji na seminarjih, tečajih in tehničnih komitejih, ki jih je organizirala Mednarodna agencija za atomsko energijo.

B. Tehnična pomoč in sodelovanje

Drugo področje sodelovanja, ki poteka med RUJV in MAAE v okviru programa za tehnično pomoč in sodelovanje so štipendije in znanstveni obiski. V letu 1993 smo prejeli preko MAAE 13 aplikacij za izpopolnjevanje tujih strokovnjakov v naši državi. Aplikacije so poslale naslednje države z naslednjih področij:

- Maroko, jedrska inštrumentacija, elektronika, reaktorska kontrola
- Tajska, reaktorska fizika
- Libija, raziskovalni reaktorji
- Madžarska, ocenitev varnosti
- Sirija, reaktorska fizika
- Albanija, jedrska inštrumentacija, elektronika, reaktorska kontrola
- Vietnam, varstvo okolja, analiza jedrskih materialov
- Kuba, reaktorska fizika
- Mongolija, jedrska inštrumentacija, elektronika, reaktorska kontrola
- Uganda, varstvo pred sevanjem.

Največje število strokovnjakov se je želelo izpopolnjevati na Institutu Jožef Stefan, Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo in v Nuklearni elektrarni Krško.

Od teh je bilo 7 štipendij namenjenih za realizacijo v letu 1993. Vse prošnje smo v soglasju z domačimi institucijami odobrili.

Za znanstveni obisk smo preko MAAE v letu 1993 dobili 3 prijave iz naslednjih držav:

- Iran
- Pakistan

- Brazilija.

Področja znanstvenega obiska so bila:

- močnostni reaktorji
- varnost reaktorjev in jedrskega materiala
- jedrska kemija.

Od teh treh prijav dve nista bili realizirani, saj so kandidati odpovedali sodelovanje, ena pa je bila uresničena na Institutu Jožef Stefan.

Tudi 4 kandidati iz Slovenije so zaprosili za štipendijo v tujini preko MAAE. Od teh sta bili dve štipendiji realizirani v letu 1993. Poleg teh je bila realizirana še ena štipendija, za katero je Slovenija zaprosila leta 1992. Naši strokovnjaki so se izpopolnjevali v Kanadi in Italiji na področju izdelave geokemičnega zemljevida in varnosti jedrskih reaktorjev.

RUJV in MAAE ne sodelujeta samo na področju izobraževanja, temveč tudi na področju financiranja raziskovalnih pogodb in izvajanja projektov v okviru tehnične pomoči.

V letu 1993 smo na Agencijo poslali tri prošnje za obnovitev raziskovalne pogodbe, ki so jih pripravili na Institutu Jožef Stefan:

- Analitična kontrola kakovosti v študijah izpostavljenosti okolja živemu srebru
- Studija monitoringa onesnaževanja zraka s slednimi elementi v Sloveniji z uporabo tehnike jedrske analize
- Projekt sodobne knjižnice - Znanstvena koordinacija in priprava podatkovne baze

Poleg prošenj za obnovitev, smo poslali tudi 6 novih projektov raziskovalnih pogodb, ki so jih pripravili na Institutu Jožef Stefan in v Kliničnem centru:

- Eksperimentalna analiza nizkofrekvenčne nestabilnosti v magnetizirani razelektitveni plazmi
- Metoda ustavitve za meritev vrednosti kontrolnih palic
- Modeliranje vpliva človeka na učinkovitost sistema
- Razvoj interface kartice za gama kamero in ustreznega programskega paketa
- Primerjalni razvoj učinkovitosti in toksičnosti pri oralni uporabi fosforja (P-32) in intravenozni uporabi stroncija.
- Razširitev računalniške opreme IBM in procesnega sistema za radioizotopsko sintigrafijo

Od teh predlogov so štirje že sprejeti. Tipična velikost take pogodbe je 5000 US \$.

V okviru MAAE programa za tehnično pomoč in sodelovanje za leto 1993/94 so na Agenciji sprejeli sedem predlogov za tehnično pomoč iz Slovenije. To so bili predlogi Instituta Jožef Stefan in Republiške uprave za jedrsko varnost z naslovi:

- Analiza jedrske elektrarne

- Izboljšanje interkalibracijske opreme
- Izpopolnitev Nuklearne elektrarne Krško
- Varnost pred sevanjem med dekomisijo rudnika urana
- Misija OSART.
- Sistem za zgodnje obveščanje
- Povečanje varnosti pri obratovanju NE Krško

Za leto 1995/96 smo konec decembra 1993 poslali 6 novih predlogov.

Predloge so pripravili na Institutu Jožef Stefan:

- Laboratorij za jedrsko spektrometrijo
- Laboratorij za radon
- Zagotavljanje varnosti z izobraževanjem osebja in ekspertnimi misijami.

Geološki zavod Ljubljana je pripravil projekt:

- Zemljevid naravne radiaktivnosti v Sloveniji.

Klinični center pa je pripravil projekt:

- Organizacija aktivnega in akcidentalnega zdravstvenega varstva za osebje, ki dela v jedrskih objektih.

2.3.4. Sodelovanje z drugimi mednarodnimi organizacijami in upravnimi organi

Poleg Mednarodne agencije za atomsko energijo sodeluje Republiška uprava za jedrsko varnost tudi z drugimi mednarodnimi organizacijami, oz. telesi. Pri tem naj omenimo predvsem sodelovanje Slovenije v t.i. PHARE programih v okviru Komisije Evropske Unije. Preko Republiške uprave za jedrsko varnost so bili prijavljeni projekti v okviru regionalnih programov skupine DGI/E/4-PHARE Nuclear Safety. PHARE regionalni program jedrske varnosti (namenjen predvsem državam bivše Sovjetske zveze ter vzhodnoevropskim državam in državam srednje Evrope) obsega štiri področja:

- izboljšanje obratovalne varnosti,
- kratkoročne tehnične izboljšave,
- izboljšanje delovanja upravnih organov,
- jedrski gorivni cikel in ravnanje z odpadki;

V maju 1993 je na povabilo Republiške uprave za jedrsko varnost v Slovenijo prispela Misija Evropske skupnosti, v okviru t.i. RAMG (Regulatory Assistance Management Group), da bi ocenila usposobljenost ter organiziranost upravnega organa, pristojnega v R Sloveniji za jedrsko varnost. Poročilo o rezultatih misije bo posredovano Vladi in Parlamentu. Na osnovi dela in ugotovitev Misije je bil pripravljen Program podpore, ki ga je RAMG odobril oktobra 1993, realiziral pa naj bi se v naslednjih letih preko podrobnega medsebojnega dogovora.

Prav tako Republiška uprava za jedrsko varnost intenzivno sodeluje z OECD/ Nuclear Energy Agency ter z nacionalnimi upravnimi organi, ki se ukvarjajo z jedrsko in radiološko varnostjo in uporabo jedrske energije. Vsi ti dobro utečeni kanali in osebni stiki pomagajo pri hitrejšem dotoku informacij in izkušnj tujih upravnih organov v našo prakso, čeprav se direktno teh izkušenj ne da vedno uporabiti.

3. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SLOVENIJI

3.1. NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO

3.1.1. Glavni obratovalni podatki in varnostni kazalci

V NE Krško so v letu 1993 pridobili 3 956 662 MWh (3.96 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 3 762 780 MWh (3.76 TWh) neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 6492.8 ur ali 74.1 % celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja je bila za 7.78 % manjša od načrtovane. Tabela 1 prikazuje dinamiko pridobivanja električne energije v primerjavi z načrtovano.

V letu 1993 je bil reaktor kritičen 6518.51 ur ali 74.41 % celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja toplotne energije je znašala 11 471 831 MWh. Celotna proizvodnja električne energije v Sloveniji je bila 10 552, delež proizvedene jedrske energije je 35.6 %.

Med faktorje zanesljivosti jedrske elektrarne spadajo razpoložljivost, izkoriščenost in faktor prisilne zaustavitve.

Razpoložljivost (availability) jedrske elektrarne pove, koliko časa je bila elektrarna priključena na omrežje v določenem obdobju. To izrazimo s količnikom med številom ur obratovanja generatorja sinhroniziranega z omrežjem (ne glede na moč reaktorja) in celotnim številom ur v tem obdobju.

Izkoriščenost (load factor) predstavlja, koliko električne energije je elektrarna pridobila glede na to, koliko električne energije bi teoretično lahko pridobila v določenem času. To je količnik med pridobljeno električno energijo in električno energijo, ki bi jo teoretično lahko dobili (zmnožek moči na sponkah generatorja s številom ur) v tem obdobju.

Faktor prisilne ustavitve v določenem časovnem obdobju je določen s količnikom števila ur trajanja prisilnih ustavitev in številom ur obratovanja elektrarne v tem obdobju. Opis in definicija sta iz dokumenta "Detailed Description of Overall Plant Performance Indicators", INPO, May 1987.

Tabeli 2 in 3 prikazujeta faktorje zanesljivosti obratovanja in časovno analizo obratovanja za NE Krško v letu 1993.

Vira: 1. Letno poročilo NE Krško 1993, št. TO.PODP-207.94/2305 in
2. Pregled obratovanja elektroenergetskega sistema Slovenije za leto 1993, ELES, maj 1994.

Tabela 1: Načrtovana in dosežena proizvodnja NE Krško za leto 1993.

mesec	Načrtovana proizvodnja (GWh)	Dosežena proizvodnja (GWh)	Razlika (%)
januar	400	461.368	15.34
februar	380	396.308	4.29
marec	400	394.224	- 1.44
april	400	443.392	10.85
maj	400	143.536	- 64.12
junij	400	0.0	- 100
julij	400	5.776	- 98.56
avgust	400	368.152	- 7.96
september	400	441.778	10.45
oktober	400	454.232	13.56
november	60	403.644	909.11
december	40	250.360	317.27
skupaj	4 080	3 762.780	- 7.78

Tabela 2: Faktorji zanesljivosti obratovanja NE Krško v letu 1993. Pri računanju kumulative za razpoložljivost, izkoriščenost in faktor prisilne zaustavitve je upoštevana proizvodnja električne energije od 01.01.1983 dalje, ko so bili končani zagonski preizkusi.

	Leto 1993 (%)	Povprečje (%)
razpoložljivost	74.12	80.12
izkoriščenost	69.28	75.15
faktor prisilne zaustavitve	4.50	1.85

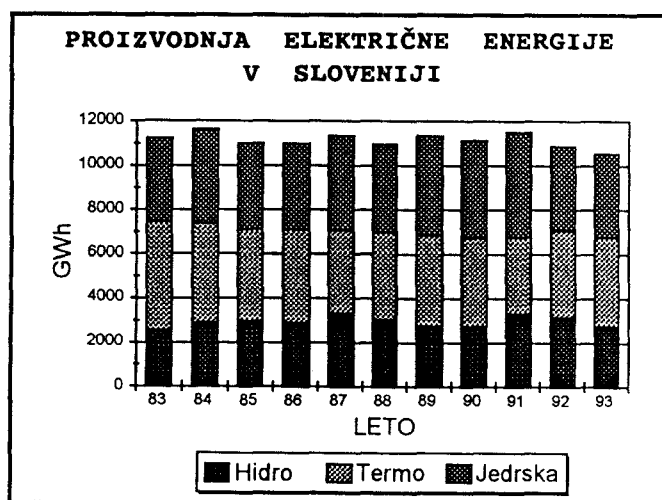
Tabela 3: Časovna analiza obratovanja NE Krško v letu 1993.

Časovna analiza proizvodnje	Ure	Odstotek (%)
število ur v letu	8760	100
trajanje obratovanja elektrarne	6492.8	74.12
trajanje zaustavitev	2267.2	25.88
trajanje remonta	1873.1	21.38
trajanje planiranih zaustavitev	0	0
trajanje neplaniranih zaustavitev	394.0	4.5

Slika 2 predstavlja, s kakšno močjo je NE Krško obratovala v letu 1993. Ustavitve in zmanjšanje moči za več kot 10 % inštalirane moči za čas daljši od 4 ur v letu 1993 so prikazane v tabeli 4.

Diagrami na slikah 3 do 8, ki prikazujejo glavne obratovalne podatke za celotno obdobje rednega obratovanja NE Krško, omogočajo, da lahko primerjamo rezultate iz leta 1993 s preteklim obdobjem. Faktor izkoriščenosti (slika 3) se tudi v svetu uporablja kot glavna ocena uspešnosti obratovanja jedrske elektrarne. Pomemben faktor je tudi razpoložljivost (slika 4), ker v nekaterih elektrarnah namerno zmanjšujejo moč zaradi nihanj v porabi električne energije in tako ne dosegajo boljše izkoriščenosti. Na sliki 5 je predstavljena pridobljena električna energija za vsa leta rednega obratovanja jedrske elektrarne. Na slikah 6 do 8 so diagrami, kjer je upodobljeno število ustavitve elektrarne v posameznem letu, faktor prisilne ustavitve in število poročil o izrednih dogodkih na leto. Podatki na sliki 8 se razlikujejo od tistih iz preteklih let, ker je NE Krško uvedla novo označevanje poročil o izrednih dogodkih (nekatera poročila so bila zapisana pod isto številko, dopis NE Krško SRT - 356/4150, 8. 4. 1991).

V letu 1993 je imela NE Krško razpoložljivost 74.12 %.



Slika 1: Proizvodnja električne energije v Sloveniji

DIAGRAM OBRATOVANJA NE KRŠKO

Proizvedena energija na pragu 3.762780,0 MWh

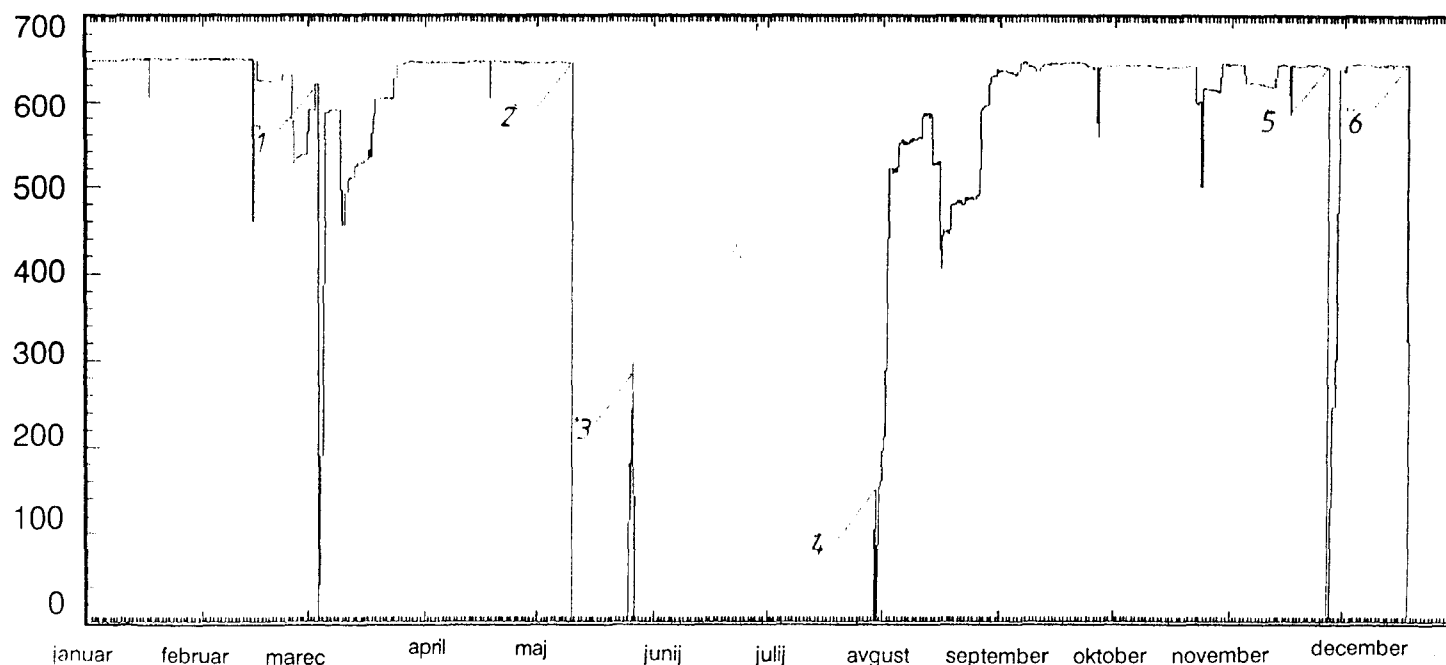
Proizvedena energija na generatorju 3.956.662,5 MWh

Razpoložljivost: 74.12%

Izkoriščenost: 69.28%

1. Zaustavitev elektrarne-izpad inverterja št.2 - turbinski trip.
2. Zaustavitev elektrarne-sanacija zaradi puščanja na uparjalniku št. 1.
3. Zaustavitev elektrarne-izredni remont "93.
4. Trip turbine-testiranje
5. Izpad elektrarne zaradi zapiranja izolacijskega ventila na zanki 1 (RX trip, SI)
6. Planirano zniževanje obtežbe - remont

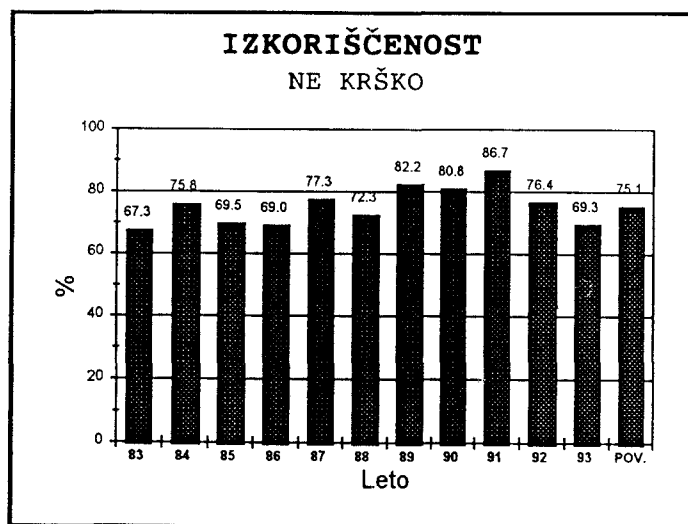
MOČ (MWe)



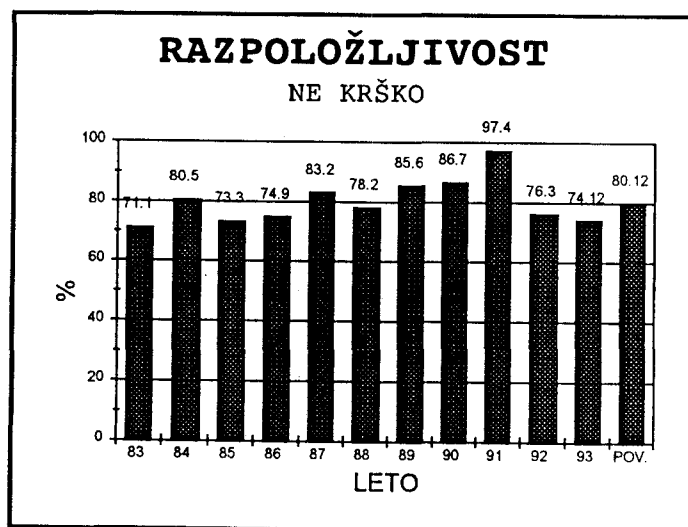
Dnevi

Slika 2: Časovni diagram moči NE Krško za leto 1993.

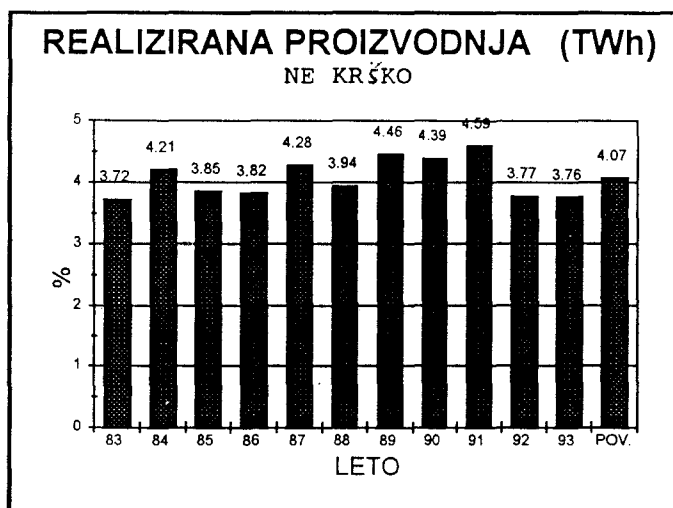
Slika 3: Izkoriščenost



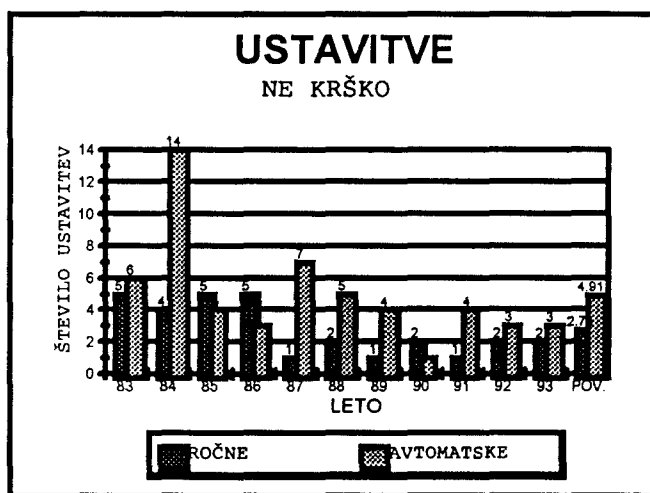
Slika 4: Razpoložljivost



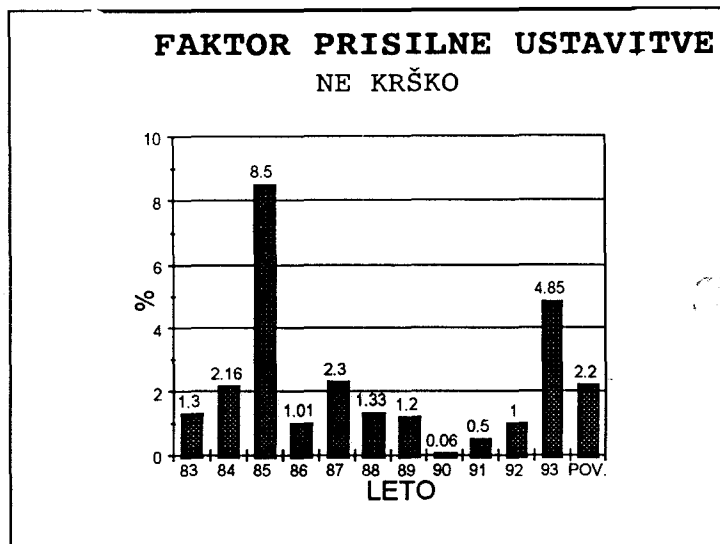
Slika 5: Neto proizvodnja



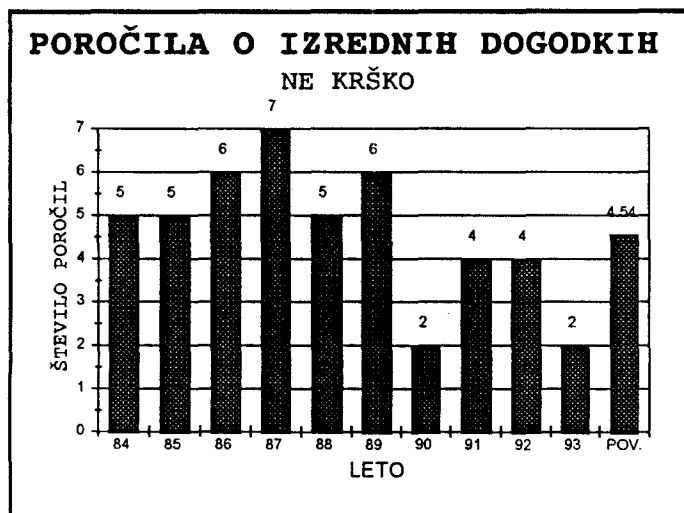
Slika 6: Ustavitve



Slika 7: Faktor prisilne ustavitve



Slika 8: Število poročil o izrednih dogodkih



3.1.2. Ustavitve in zmanjšanja moči reaktorja

Tabela 4 prikazuje datum in čas trajanja za dogodke, zaradi katerih je bila ustavljena NE Krško oziroma se je zaradi njih zmanjšala moč za več kot 10 % v času daljšem od 4 ur. Podan je tudi kratek opis dogodka z razlogi, ki so ga povzročili.

Tabela 4: Načrtovane in nenačrtovane ustavitve NE Krško in zmanjšanja moči reaktorja v letu 1993 za več kot 10% instalirane moči za čas, ki je daljši od 4 ur

DATUM (TRAJANJE)	OPIS
14. 02. 1993 (6.5 h)	Zmanjšanje moči na 75% zaradi testiranja turbinskih ventilov in vzdrževanih del na kondenzatorju
24. 02. 1993 (150 h)	Obratovanje na nižani moči (80-90%) zaradi nizkega pretoka reke Save
03. 03. 1993 (12.4 h)	Avtomatska ustavitev zaradi izpada napetosti inverterja št. 2. preko katerega se napaja kontrolni tokokrog pomožnega stikala reaktorske črpalke št. 2
04. 03. 1993 (352 h)	Obratovanje na nižani moči (70-90%) zaradi nizkega pretoka reke Save
10. 05. 1993 (356.6 h)	Ročna ustavitev zaradi skokovitega porasta puščanja cevi uparjalnika št. 1
26. 05. 1993 (1537.6 h)	Izredni remont 93
01. 08. 1993 (643 h)	Obratovanje na nižani moči (70-90%) zaradi nizkega pretoka reke Save
26. 09. 1993 (2 h)	Zmanjšanje moči na 90% zaradi testiranja turbinskih ventilov
22. 10. 1993 (38 h)	Zmanjšanje moči na 90% zaradi visokega pretoka reke Save
23. 10. 1993 (13 h)	Zmanjšanje moči na 80% zaradi vzdrževalnih del na kondenzatorju
26. 11. 1993 (25 h)	Avtomatska ustavitev zaradi ustavitve pretoka pare iz uparjalnika št. 1, ki je bila posledica nepravilnosti v sekvenci testiranja bypass ventila glavnega parovoda št. 1
18. 12. 1993 (335.5* h)	Remont 93. Pri planiranem ustavljanju reaktorja se je pojavilo nihanje turbinske moči, ki je povzročilo avtomatsko ustavitev reaktorja. (* Obdobje do konca leta 1993)

3.1.3. Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila

Obdobje med dvema polnjenjema reaktorja z gorivom se imenuje gorivni cikel. Leto 1993 zajema obdobje 10. gorivnega cikla, ki je trajal od 22. julija 1992 do vključno 17. decembra 1993. V sredini leta 1993 je sledila zaustavitev, ki je trajala cca 2 meseca.

Sredico reaktorja je sestavljalo gorivo standardnega tipa 16 x 16 z Vantage 5 lastnostmi in z obogatitvijo 4.3% U - 235, ki ga je izdelal Westinghouse.

Stanje gorivnih elementov v reaktorju (integriteto goriva) se spremlja posredno glede na aktivnost reaktorskega hladila. Specifične aktivnosti določenih izotopov se merijo tako med stabilnim obratovanjem, kot tudi med prehodnimi pojavi. V NE Krško analizirajo v primarnem hladilu naslednje izotope: ksenon I33, I35 in I38; kripton 85m, 87 in 88 (kazalci poškodb v gorivu); jod I31 in I33 (kazalca poškodb v gorivu in velikosti), jod I34 (kazalec prisotnosti urana v hladilu), jod I35, cezij I34 in I37 (kazalca izgorelosti poškodovanega goriva). Pogostnost merjenja teh izotopov je vsaj enkrat dnevno, pri spremembah obratovalnih parametrov (dvig, spust moči reaktorja), pa vsaj na vsake 4 ure.

Za oceno tipa in obsega poškodb je spremljana koncentracija joda 131, njegovo razmerje z jodom 133, razmerje izotopov Cs, obnašanje specifične aktivnosti jodov in ksenonov v odvisnosti od časa in moči reaktorja, ter aktivnost joda 134. Medtem ko je aktivnost joda 131 indikator obsega poškodb v sredici, pa je zaradi različnih razpolovnih časov razmerje jod-131/jod-133 zelo dober indikator velikosti oziroma tipa poškodb. Difuzijski čas za dan izotop je funkcija velikosti poškodbe, zato lahko pri sorazmerno majhnih pošodobah pričakujemo manjše koncentracije izotopa 133 in veliko razmerje omerjenih izotopov. Jod 134 je zaradi kratkega razpolovnega časa indikator kontaminacije primarnega kroga. Njegova koncentracija se uporablja kot korekcija aktivnosti zaradi kontaminacije v krogu za druge izotope. Razmerje izotopov cezija je pokazatelj poškodovane gorivne regije. Oba izotopa sta odvisna od izgorelosti goriva in njun delež v gorivu raste čim večjem termalnem nevtronskem toku je gorivo izpostavljeno.

Karakteristične vrednosti izotopov (to so povprečne vrednosti pri moči 100 %) za leto 1993 (10. cikel) in primerjava z 9. ciklusom je prikazana na tabeli 5. Iz tabele je razvidno, da se je aktivnost jodovih izotopov v letu 1993 nekoliko povečala napram letu 1992, kar kaže na prisotnost poškodb na gorivnem delu gorivne palice. Aktivnost ksenonovih in kriptonovih izotopov pa se je v letu 1993 zmanjšala napram aktivnosti v letu 1992 za faktor 2, kar posredno potrjuje izboljšanje integritete goriva. Vse navedene vrednosti pa so še vedno pod omejeno maksimalno dovoljeno specifično aktivnostjo navedeno v Tehničnih specifikacijah, ki znaša 18.5 GBq/m³ ekvivalentne doze za I - 131.

Meritve specifičnih aktivnosti karakterističnih izotopov skozi vse leto 1993 kažejo konstantne vrednosti, razen za aktivnost jodovih izotopov, kar kaže na prisotnost poškodb na gorivnem delu gorivne palice. Nivoji aktivnosti izotopov jodov so naraščali, defekti pa so bili zaradi visokega korigiranega razmerja izotopov jodov 131 in 133 označeni kot manjši. Glede na to, da se je že zelo zgodaj v ciklusu pojavil skok aktivnosti izotopa joda 131, ko ni bilo opaziti drugih defektov, je bilo sklepati na prisotnost enega odprtega

defekta. Iz izotopov ksenona lahko sklepamo, da so novi defekti nastali v februarju, maju, oktobru in novembru. Po zadnjih podatkih lahko sklepamo na cca 5 poškodovanih gorivnih palic s povečano difuzijo skozi srajčke in eno z odprto poškodbo.

Glavnina defektov bo najverjetneje odstanjena z 48 gorivnimi elementi, ki zapuščajo reaktor kot iztrošeno gorivo in se bodo uskladiščili v bazenu za iztrošeno gorivo, kjer se je število izrabljenih gorivnih elementov povečalo na 406. Gorivni elementi, ki bodo uporabljeni v 11 gorivnem ciklusu iz bazena za iztrošeno gorivo, so bili verificirani glede na njihovo mehansko integriteto.

Nivo kontaminacije primarnega kroga je v 10 ciklusu primerljiv s ciklusom 9 in je znašal na koncu 1.8g urana.

Faktor zanesljivosti goriva (Fuel Reliability Indicator - FRI) je merilo zanesljivosti goriva, ki se uporablja tudi za primerjavo z drugimi reaktorji v svetu. Povprečna vrednost FRI v letu 1993 je znašala 0.0762 GBq/m³. Povprečna vrednost v letu 1992 je znašala 0.0636 GBq/m³ in je primerljiva z letom 1993.

Lahko povzamemo, da je bila integriteta goriva v letu 1993 dobra in primerljiva z letom 1992. Stanje goriva je predvsem posledica izgorelostnih obremenitev goriva pri dolžini 10 ciklusa 14820 MWD/tU.

Tabela 5: Izotopska sestava in aktivnost primarnega hladila za 7., 8., 9. in 10. cikel

IZOTOP	AKTIVNOST (GBq/m ³)			
	cikel 7	cikel 8	cikel 9	cikel 10
I - 131	0.08	0.03	0.101	0.111
I - 133	0.55	0.34	0.254	1.095
I - 134	2.22	1.22	0.681	0.618
Xe - 133	23.3	7.40	16.835	6.105
Xe - 135	2.96	0.89	5.809	3.200
Xe - 138	0.93	0.52	0.906	0.414
Kr - 85m	1.11	0.26	1.539	0.733
Kr - 87	0.48	0.19	0.928	0.474
Kr - 88	1.11	0.32	2.361	1.125

Podatki so povzeti iz letnega poročila NE Krško za leto 1993.

3.1.4. Izrabljeno jedrsko gorivo

Izrabljeno jedrsko gorivo se skladišči v bazenu, napolnjenem z vodo, ki vsebuje borno kislino.

V bazenu je dovolj prostora za 17 polnitev in še za eno celo reaktorsko sredico (121 gorivnih elementov). Prostor za eno reaktorsko sredico mora biti vedno na razpolago, če bi bilo treba iz kakršnegakoli razloga izprazniti reaktorsko posodo. Zmogljivost bazena zadostuje za shranjevanje izrabljenega goriva do leta 2000, vendar pa obstoji možnost, da bo bazen zapolnjen do konca šele kasneje, ker elektrarna skuša povečati izkoristek goriva (postopno prehaja na daljši gorivni cikel, uporablja bolj obogateno gorivo). V letu 1993 je v bazen iztrošenega goriva prišlo še 48 gorivnih elementov.

Tabela 6: Evidenca gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo

Leto	Število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo, kumulativno po letih	Letni prirastek
1983	40	40
1984	82	42
1985	122	40
1986	154	32
1987	194	40
1988	226	32
1989	266	40
1990	314	48
1991	314	0
1992	358	44
1993	406	48

3.1.5. Radioaktivni odpadki

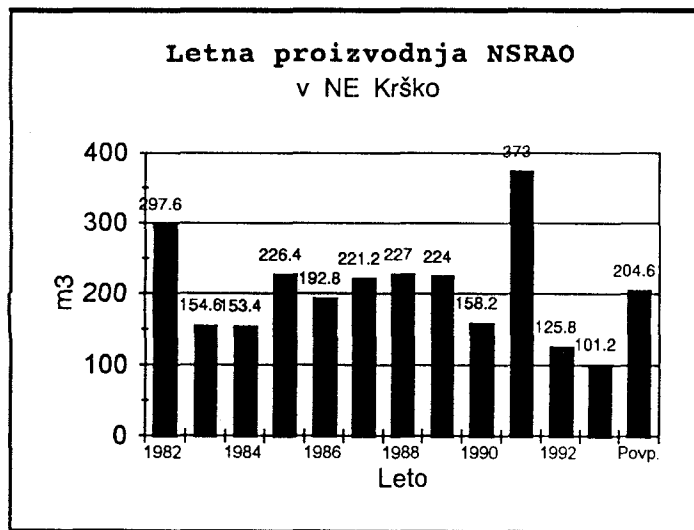
Pri vzdrževalnih delih, popravilih in čiščenju v nadzorovanem delu elektrarne nastajajo nizko- in srednjeradioaktivni odpadki, ki jih je treba odstraniti in vskladiščiti, da ohranimo elektrarno "čisto" in so delavci v elektrarni izpostavljeni čim šibkejšemu sevanju. Radioaktivni odpadki nastajajo tudi pri čiščenju plinastih in tekočih odpadnih snovi iz elektrarne ter primarnega hladila. Vsi ti odpadki so razvrščeni v najnižjo kategorijo radioaktivnih odpadnih snovi (nizko in srednje radioaktivni odpadki brez sevalcev alfa).

V elektrarni se vsi radioaktivni odpadki pakirajo v 200 litrske sode, in sicer: nizkoaktiven stisljiv odpadek brez dodatne zaščite, preostali odpadki pa se spravljajo v sode, ki so od znotraj obloženi z betonsko zaščito.

V letu 1993 je Republiška uprava za jedrsko varnost izdala NEK dovoljenje za izvedbo superkompaktiranja sodov z odpadki, ki vsebujejo koncentrat izparilnika (EB). Na tak način se bo brez nedovoljenih radioloških obremenitev za okolje povečal razpoložljivi prostor v začasnem skladišču nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov na lokaciji NEK. Superkompakcija se bo izvajala z mobilnim superkompaktorjem firme Westinghouse, predvidoma v letu 1994.

V letu 1993 so vskladiščili v skladišče nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov 506 sodov s skupno aktivnostjo 18360 GBq.

Slika 9: Proizvodnja nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) po letih



V obratovanju elektrarne se je do 31.12.1993 nabralo 1875 m³ teh odpadkov v sodih (slika 9 in tabela 7). V tabeli 7 so podani vrsta, količina, aktivnost, volumen in specifična aktivnost odpadkov.

Tabela 7: Podatki o nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkih v NE Krško
31.12.1993

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (GBq)	Prostornina (m ³)	Povprečna specifična aktivnost (GBq/m ³)
SR	952	44680	190	235
CW	984	860	197	4
EB	6606	8797	1321	7
F	106	2112	21	100
O	111	20	22	1
SC	617	531	123	4
skupaj	9376	57000	1875	30

Vrsta odpadkov:

SR - izrabljeni ionski izmenjevalci

CW - stisljivi odpadki

EB - koncentrat izparilnika

F - filtri

O - drugi odpadki

SC - stisnjeni odpadki

Tabela 8: Letna proizvodnja NSRAO v NEK (kumulativno po letih)

Vrsta NSRAO	CW	EB	O	SR	F	SC	SKUPAJ	LETNI PRIRASTEK
1982	105	1361	10	4	8	0	1488	1488
1983	263	1959	27	4	8	0	2234	746
1984	388	2488	100	44	8	0	3028	767
1985	648	2977	152	350	33	0	4160	1132
1986	998	3369	204	499	54	0	5124	964
1987	1220	4044	205	704	57	0	6230	1106
1988	67	4696	103	719	65	536	6213	1135 ^A
1989	311	5210	108	766	65	617	7077	1120*
1990	491	5732	111	831	86	617	7868	791
1991	585	6011	111	831	86	617	8241	373
1992	792	6393	111	870	87	617	8870	629
1993	984	6606	111	952	106	617	9376	506

Vir: Poročilo o skladiščenju trdnih radioaktivnih odpadkov na dan 31.12.1993
- dopis NEK, KM-1/530 z dne 17.1.1994

opomba^A : v letu 1988 je bilo izvedeno kompaktiranje 1670 standardnih sodov, od tega 1557 vrste CW in 113 vrste O. Kot rezultat je nastalo 536 sodov vrste SC.

opomba*: v letu 1989 je bilo izvedeno kompaktiranje 254 standardnih sodov, od tega 219 vrste CW, 10 vrste EB in 25 sodov vrste O, kot rezultat pa je nastalo 81 sodov vrste SC.

3.1.6. Sprejete doze delavcev

V NE Krško je organizirana služba za radiološko zaščito, ki je zadolžena, da meri, računa in vodi redno evidenco o prejetih efektivnih dozah za vse delavce, ki imajo dostop v kontrolirano območje elektrarne, ne glede ali so to delavci elektrarne ali izvajalci pogodbenih del.

Povprečna izpostavljenost sevanju delavcev v jedrski elektrarni je nizka. V letu 1993 je bila povprečna efektivna doza delavca 2,36 mSv, kar je približno 5 % predpisane mejne vrednosti za delavce, ki delajo v področju ionizirajočih sevanj (Pravilnik o mejah, ki jih ne sme presegati sevanje, kateremu so izpostavljeni prebivalstvo in tisti, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj, o merjenju stopnje izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem oseb, ki delajo z viri teh sevanj in o preskušanju kontaminacije delovnega okolja, Uradni list SFRJ št. 31/1989)

Povprečna efektivna doza delavcev iz elektrarne je bila 1.55 mSv, za zunanje delavce pa 2.92 mSv. Večji del doze so delavci prejeli med remontom elektrarne. V letu 1993 sprejete povprečne efektivne doze v NEK so manjše od povprečne doze za PWR reaktorje v svetu, to je 2,5 mSv (UNSCEAR 1993).

Najvišja efektivna doza, ki jo je v letu 1993 prejel pri delu v NE Krško delavec NEK je bila 21,61 mSv, zunanji pogodbeni delavec pa 19,14 mSv.

Tabela 9 prikazuje porazdelitev efektivnih doz delavcev v NE Krško. Efektivno dozo večjo od 5 mSv je prejelo 27 delavcev iz NE Krško in to: 13 delavcev v rednem vzdrževanju, 6 delavcev v izrednem vzdrževanju, 7 pri predelavi odpadkov in 1 delavec pri polnjenju reaktorja z gorivom. Od zunanjih delavcev (pogodbena dela) je efektivno dozo nad 5 mSv prejelo 96 delavcev in 2 osebi glavnega dobavitelja opreme.

Tabela 10 prikazuje kolektivno efektivno dozo v NE Krško glede na dejavnosti za vse delavce. Iz nje vidimo, da so sevanju najbolj izpostavljeni delavci vzdrževanja. Skoraj 90 % celoletne doze prejmejo v času remonta.

Iz tabele 11 vidimo, da je bila izračunana kolektivna efektivna doza za vse delavce, ki so delali v NEK v letu 1993, 1,671 človekSv. Kolektivna doza za osebje NEK je bila 0,448 človekSv, za izvajalce pogodbenih del in delavce glavnega dobavitelja opreme pa 1,223 človekSv. Veči del doze so delavci sprejeli ob menjavi goriva in izvajanju remonta.

V letu 1993 izračunana kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene

električne energije (v letu 1993 je NEK proizvedla 0,4295 GWlet) je 3,89 človekSv/GWlet, kar je manj kot leta 1992 (4,85 človekSv/GWlet). Če to vrednost primerjamo s povprečno vrednostjo 4,3 človekSv/GWlet za PWR reaktorje v svetu (isti tip reaktorja kot je v NEK) vidimo, da je obsevanost delavcev manjša od povprečja (UNSCEAR 1993). Pravtako je kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene električne energije v NEK manjša, kot je povprečje za Združene države Amerike, to je 6,02 človekSv/GWlet. Porazdelitev prejetih efektivnih doz v NE Krško v letih 1981 do 1993 je prikazana na sliki 10.

Tabela 9: Porazdelitev efektivnih doz za vse delavce, ki so delali v NE Krško v vseh letih obratovanja

Razpon doz mSv/leto								Štev. delavcev skupaj
----- leto	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10-15	15-20	20-25	nad 25	
1981	475	45	0	0	0	0	0	520
1982	275	313	9	13	10	1	1	622
1983	462	206	53	45	34	27	4	831
1984	375	205	15	3	2	0	0	600
1985	517	277	79	17	2	0	0	892
1986	524	301	79	3	4	1	0	912
1987	486	242	65	16	6	1	0	816
1988	506	298	60	21	3	1	0	889
1989	443	200	66	19	3	0	0	731
1990	390	265	92	38	5	2	0	792
1991	257	89	8	0	0	0	0	354
1992	448	219	0	127	22	1	0	817
1993	401	183	87	26	9	1	0	707

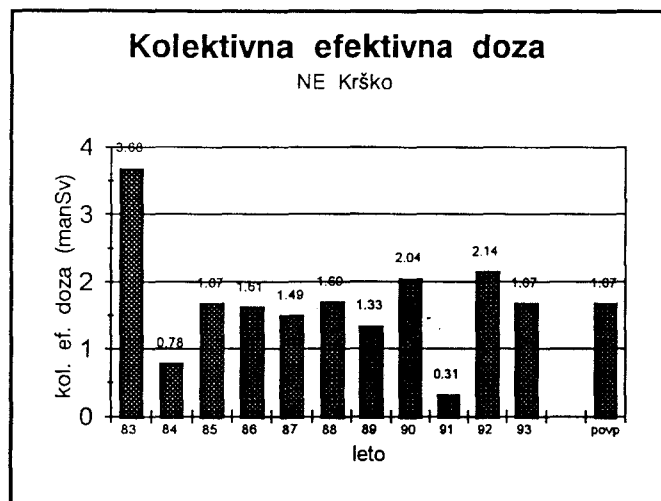
Tabela 10: Kolektivna efektivna doza sevanja za osebje v NE Krško v letu 1993 glede na dejavnost in osebje.

Opravi/osebje	Kolektivna efektivna doza za osebje (človekSv)		
	NEK	glavnega dobavitelja opreme	ostali
Obratovanje reaktorja	0,060		
Redno vzdrževanje	0,126		0,631
Izredno vzdrževanje	0,142	0,024	0,457
Predelava radioakt. odpadkov	0,026		
Polnjenje reaktorja z gorivom	0,094		0,111
Skupaj	0,448	0,024	1,199

Tabela 11: Kolektivna in povprečna efektivna doza za delavce v 1993

	Kolekt. efekt. doza (človekSv)	Štev. delavcev	Povprečna doza (mSv)
NEK	0,448	288	1,55
Zunanji	1.223	419	2,92
Skupaj	1.671	707	2,36

Slika 10: Sprejete kolektivne efektivne doze za vse delavce v NE Krško



3.1.7 Uparjalnika

V letu 1993 sta bila med izrednim remontom z metodo vrtnčnih tokov pregledana oba uparjalnika. Po analizi meritev so začepili v uparjalniku št. 1 193 cevi, skupaj 820, oziroma 17.95% cevi. Ekvivalentna začepjenost uparjalnika št. 1 z tulci je tako 824 cevi ali 18.04%. V uparjalniku št. 2 so za začepljenje določili 149 cevi, skupaj 609, oziroma 13.31%. Tako je povprečna začepjenost cevi obeh uparjalnikov po izrednem remontu v letu 1993 15.68%. Varnostne analize opravljene za 18% čepjenje uparjalnikov namreč dovoljujejo največ 5% razlike v številu začepljenih cevi med uparjalnikoma. Zato je prišlo do razlike med predvidenim številom in dejanskim številom začepljenih cevi v uparjalniku št. 2. Dodatno sta bili iz uparjalnikov izvlečeni 2 cevi zaradi testiranja. Zaradi velikega števila začepljenih cevi v uparjalniku št. 1, bo elektrarna morala začeti razmišljati o zamenjavi uparjalnikov.

To je namreč dejavnost, za katero bi bilo potrebno nekaj let časa in precejšnja finančna sredstva.

Obrazložitev:

Pri pregledu U-cevi z metodo vrtnčnih tokov v uparjalniku št. 1 je bilo ugotovljenih 190 indikacij (od teh jih je bilo približno 165 pregledanih z rotirajočo sondo), okoli 300 indikacij pa je bilo proglašanih, da jih ni potrebno poročati. V uparjalniku št. 1 je bilo ugotovljenih tudi pet cevi z zelo velikimi indikacijami (okoli 3V in več), ki se nahajajo nad 11. podporno ploščo na vroči strani uparjalnika. Indikacij na teh ceveh niso opazili med meritvami v preteklih remontih, te cevi pa se tudi nahajajo blizu skupaj.

NE Krško se je odločila, da bo med IR93 opravila vgraditev tulcev v uparjalnik št. 1, da bi ohranila začepjenost uparjalnika, ki še dovoljuje obratovanje reaktorja s polno močjo.

V uparjalniku št. 1 je bilo na novo začepljenih (pred IR93 so bile v obratovanju)

110 cevi; odčepljenih je bilo 245 cevi, od katerih so jih 83 začepili; od 162 preostalih cevi so v 139 cevi uspešno vstavili tulce, 23 pa jih je bilo reaktiviranih brez tulcev. Tulce so vgradili tudi v 27 cevi, ki so bile do IR93 v obratovanju. Odstotek začepljenosti se je po IR93 zmanjšal z 19.02% na 17.95%.

V uparjalniku št. 2 je bilo na novo začepljenih (pred IR93 so bile v obratovanju) 87 cevi. Odčepljenih je bilo 179 cevi, ki so bile v glavnem začepjene zaradi doseganja predpisane asimetrije (5%), ker je začepjenost uparjalnika št. 1 presegla 18% po remontu 1992. Od tega jih je bilo ponovno začepljenih 62, reaktiviranih brez tulcev pa 117. Odstotek začepljenosti se je po IR93 zmanjšal s 13.97% na 13.31%.

Podatki o področju U-cevi, na katerem so bile ugotovljene indikacije, zaradi katerih je bilo potrebno čepiti cevi, kažejo, da potekajo spremembe v uparjalnikih. Do leta 1987 je prevladovala napetostna korozija na področju cevne stene in blizu tega področja, po letu 1987 pa prevladujejo poškodbe na področju podpornih plošč, ki bi naj bile posledica medkristalnega razjedanja. Od remonta 1992 je tudi drugačna kemija sekundarne strani zaradi vgrajenega novega kondenzatorja (cevi v novem kondenzatorju so iz nerjavnega jekla, v starem pa so bile iz bronene zlitine, ki je vsebovala veliko bakra).

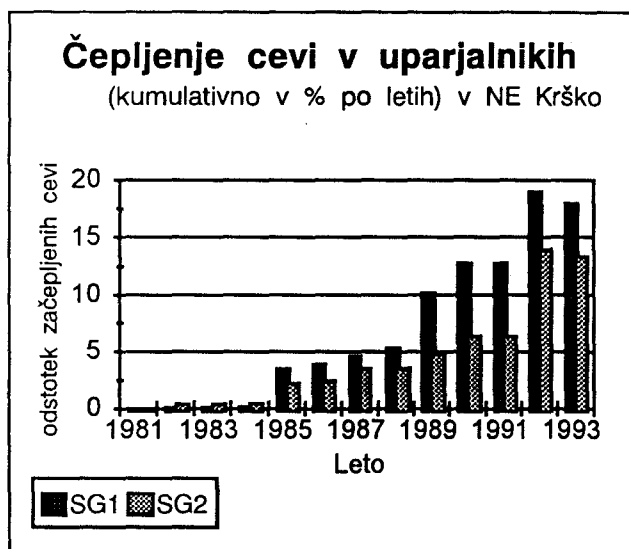
Ob koncu vgradnje tulcev (16.7.1993) je bilo ugotovljeno, da eden od tulcev v cevi (R2 C33) pušča, ko so napolnili sekundarno stran uparjalnika z vodo. Na sestanku (22.07.1993), na katerem so se sestali predstavniki NE Krško, EIMV in Republiške uprave za jedrsko varnost, je NE Krško sporočila, da je bil tulec vgrajen v področju cevne plošče, in da so poklicali predstavnike firme Combustion Engineering (CE) iz ZDA, ki je izvajalec vgradnje tulca. Firmi CE in ABB sta pripravili odgovor, ki pojasnjuje zakaj je prišlo do napake, in sicer:

- Tulec, ki pušča, je bil vgrajen v zadnji seriji devetnajstih tulcev,
- Ko so ultrazvočno pregledali prve štiri tulce iz te serije, so ugotovili, da niso sprejemljivi, zato so prenehali z ultrazvočnim testiranjem, da ne bi zmočili še preostalih tulcev,
- Odločili so se, da vse tulce iz te serije zavarijo še enkrat (glavni pogodbeni partner pri sanaciji uparjalnikov je firma ABB). Ta napaka ni bila odkrita z metodami za kontrolo kakovosti, zato je NE Krško zahtevala od predstavnikov CE in ABB, da zagotovijo, da je šlo za posamezno (eno) napako.
- Pri ponovnem varjenju se je varilna naprava "privarila" na notranjo stran zadnjega tulca (ta tulec je v cevni plošči),
- Odločili so se, da cev, v katero je bil vgrajen zadnji tulec, začepijo
- V cevi R2 C33, ki je puščala, je varilna naprava "prežgala" približno 0.5 mm veliko luknjico, skozi katero je bilo z endoskopom puščanje lepo vidno. Ultrazvočna preiskava ne odkrije takšne poškodbe, pri pregledu z vrtničnimi tokovi pa niso odkrili te poškodbe, ker je običajno, da gledajo samo meritve pri višjih frekvencah (600 kHz), čeprav opravijo meritve pri štirih frekvencah. Poškodbo je mogoče opaziti pri nižjih frekvencah (še posebej pri 70 kHz). Ekipa strokovnjakov CE in ABB je ponovno pregledala zapise meritev vseh tulcev z vrtničnimi tokovi pri **vseh** frekvencah in ugotovila, da obstoja še sedem tulcev, pri katerih meritev ne more z gotovostjo tolmačiti, zato je priporočila NE Krško, da te cevi začepi.

Teh sedem cevi, ki jih je priporočil ABB, je bilo dne 24.7.1993 po opravljenem tlačnem testu dne sekundarne strani uparjalnika (42 bar) začepjenih. Pri tlačnem testu je bilo ugotovljeno še eno manjše puščanje (1 kapljica/75sek) iz cevi, ki je imela izmerjeno indikacijo, ki sega nekoliko iz cevne plošče. Tudi ta cev je bila začepljena.

25.07.1993 je bilo čepljenje končano in zaprti vstopni pokrovi na primarno stran uparjalnika št. 1.

Slika 11: Pregled čepjenja cevi v uparjalnikih od leta 1981 do konca leta 1993



Vira:

1. Poročilo o izrednem remontu
2. Zbirna strokovna ocena IR-93 v NE Krško, IJS - DP - 6776, sep. 1993.

3.1.8. Modifikacije v NE Krško izvedene v letu 1993

V NE Krško imajo plan prioritetnih dejavnosti, v katerem so vsebovane tudi modifikacije. V NE Krško so v I. 1993 končali naslednje modifikacije, oz. bodo te zaključene med remontom 94.

A. Modifikacije v letu 1993, za katere je RUJV izdala odločbo

1. Modifikacija 001-ER-S, "Meteorological System Upgrades"
Modifikacija ima status NNSR. Predvideva spremembe v različnih meteoroloških meritvah, zamenjavo nekaterih instrumentov ter spremembe v komunikacijah in obliki podatkov. Modifikacija bo končana med remontom 94.
2. Modifikacija 007-SS-L, "Post Accident Sampling System"

Modifikacija ima status NSR. Predvideva vgradnjo sistema za vzorčenje različnih parametrov reaktorja v primeru nezgode. Modifikacija bo končana med remontom 94.

3. Modifikacija 009-VA-L, "Chlorine Monitoring System"
Modifikacija ima status NSR. Predvideva vgradnjo sistema meritev Cl₂, CO in CO₂. Sistem naj bi bil vgrajen do remonta 1994.
4. Modifikacija 011-SW-L, "SW-Strainer Modification Taprogge Replacement"
Modifikacija ima status NSR. Predvideva zamenjavo starega Taprogge filtrskega sistema z novim, seizmično kvalificiranim sistemom.
5. Modifikacija 015-AB-S, Physical Protection-Parms Wall"
Modifikacija ima status NNSR. Na AB-100 naj bi bila locirana oprema "parms" za ponezgodno vzorčenje efluentov. Narejen naj bi bil tudi zaščitni zid. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
6. Modifikacija 032-SE-S, "Seismic Equipment Installation Now Eartg. Intensity Meas Seismic"
Modifikacija ima status NNSR. Predvideva vgradnjo merilnega kanala za seizmiko. Faza I je bila končana med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
7. Modifikacija 033-SE-S, "Seismic Station LO EQ Intensity Measurement (civil)"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljena je bila konstrukcija in korekcija LO EQ intenzitete seizmične postaje. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
8. Modifikacija 034-SE-L, "(Old DMP-L001) Seizmic System Upgrade"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljena je bila zamenjava in optimizacija (strong motion) seizmičnega sistema.

B. Ostale modifikacije v letu 1993

1. Modifikacija 004-TU-L, "Turbine Trip Control System Power Source Upgrade"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljeno je bilo napajanje sistema Turbine Emergency Trip System. Iz izhodnih AC breaker inverterjev so bili odstranjeni elektromagnetni sprožilniki. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93.
2. Modifikacija 005-EE-L, "Inverter Replacement"
Modifikacija ima status NSR. Predvideva zamenjavo inverterjev 1 in 2. Modifikacija bo končana med remontom 94.
3. Modifikacija 006-FH-L, "Fuel Handling Machine Upgrades"
Modifikacija ima status NNSR. Predvidevajo se razne spremembe na napravi za menjavo goriva. Modifikacija bo končana med remontom

94.

4. Modifikacija 008-DG-S, "Diesel 2A Cooling Water Vent Piping and Water Level Alarm Modification"
Modifikacija ima status NSR in je končana. Opravljena je bila zamenjava pretokovnega hladilnika na DG 2A v sistemu vodnega hlajenja. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
5. Modifikacija 010-CW-L, "Exchange Traveling Water Screens-CW System"
Modifikacija ima status NNSR. Predvideva vgradnjo zanesljivejšega sistema potujočih rešetak, ki bi bil obenem enostavnejši in lažji za vzdrževanje. Modifikacija bo končana med remontom 94.
6. Modifikacija 012-FW-S, "FW-Oil Pumps Alarm"
Modifikacija ima status NNSR. Predvideva pravilno izvedbo alarmiranja nenormalnega stanja oljnih črpalk. Modifikacija bo končana med remontom 94.
7. Modifikacija 013-Cy-L, "Condensate Polishing Pumps Seal Water"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljena je bila sprememba na sistemu tesnilne vode. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
8. Modifikacija 014-PG-S, "Low Pressure H2 Manifold Removal"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Odstranjen je bil LP H2 in razne naprave iz LP H2. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93 (dec. 1993 - jan. 1994).
9. Modifikacija 018-CW-S, "TE Wiring"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljena je bila prevezava TE5561 iz TR 5564 rekorderja na vhod računalnika T3410 in TE 5598 iz računalnika na TR 5564 rekorderja. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93.
10. Modifikacija 023-DG-S, "2B Diesel Cooling Alarms"
Modifikacija ima status NSR in je končana. Opravljena je bila sprememba na spodnjem "standby" in zgornjem "running" nivoju za alarm na 2B DG. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93.
11. Modifikacija 024-DG-S, "1B DG Cooling Vent"
Modifikacija ima status NSR in je končana. Opravljena je bila modifikacija, ki bi odpravila pogoste odpovedi zaradi zmrzovanja hladilne vode v zimskem času. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93.
12. Modifikacija 025-DG-S, "1A Diesel Cooling Alarms"
Modifikacija ima status NSR in je končana. Opravljena je bila sprememba spodnjega "standby" in zgornjega "running" nivoja alarma na 1A DG. Modifikacija je bila opravljena med menjavo goriva 93.
13. Modifikacija 027-NI-S, "NI PWR DWR Rewire"
Modifikacija ima status NNSR in je končana. Opravljene so bile

prevezave med NIS kabinetom in MCB rekorderji, zamenjava starega analognega rekorderja z novim digitalnim ter sprememba vhodnega signalnega nivoja na rekorderju. Modifikacija bo končana med remontom 94.

14. Modifikacija 030-PG-S, "Plant Gas Supply to Chem Lab"
Modifikacija ima status NNSR. Predvideva napeljavo laboratorijskih plinov. Modifikacija bo končana med remontom 94.
15. Modifikacija 035-G-L, "DG Speed and Load Control Upgrades"
Modifikacija ima status NSR. Predvideva zamenjavo kontrolne enote z novo sodobnejšo, s čemer bi se povečala sposobnost in zmogljivost DG sistema. Modifikacija bo končana med remontom 94.
16. Modifikacija 036-DG-S, "DG Governer Position Differential Alarm Control Unit Upgrade"
Modifikacija ima status NSR. Predvideva zamenjavo obstoječih komponent s tehnološko naprednejšo kvalificirano opremo. Modifikacija bo končana med remontom 94.
17. Modifikacija 039-SI-S, "SI Accumulator Nozzle Liner Leaking"
Modifikacija ima status NSR in je končana. Montirani so bili novi vložki v razelektritvenem razpršilniku.

Pomen kratic:

NSR - Nuclear Safety Related

NNSR - Non Nuclear Safety Related

3.1.9. Izpuščanje radioaktivnosti v okolje

Omejitve za izpust radioaktivnih snovi v okolico NEK so predpisane z odločbo Republiškega energetskega inšpektorata za začetek obratovanja jedrske elektrarne, št. 31-04/83-5 z dne 6. 2. 1984.

V dnevni, mesečni, kvartalni in letni poročili NE Krško redno poroča pristojnim upravnim organom o izpustih radioaktivnih snovi v okolje.

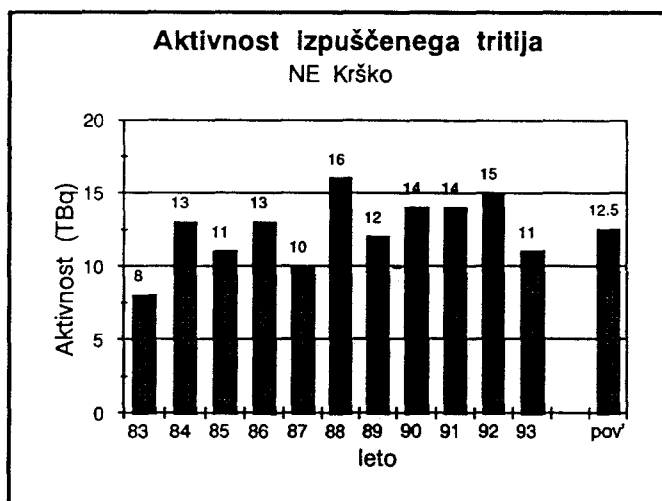
3.1.9.1. Tekočinski izpusti

Tekočinski izpusti se izlivajo v povratno vejo bistvene oskrbne vode, ki se izliva v Savo. Koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov v izpustu merijo in nadzirajo merilniki radioaktivnosti, ki avtomatsko zapro lokalne ventile, če je dosežena predpisana mejna koncentracija.

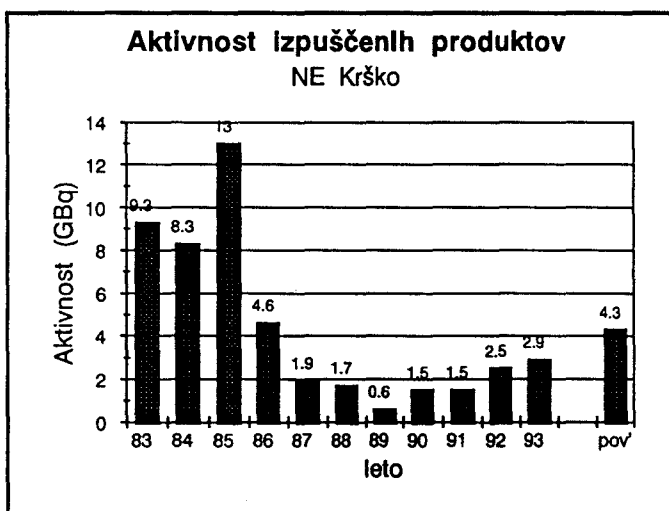
V tekočinskih izpustih prevladuje radioaktivni izotop tritij (H-3). V letu 1993 je bila celotna izpuščena aktivnost tritija 10,9 TBq, kar predstavlja 54,5 % dopustne vrednosti 20 TBq v enem letu. Slika 11 prikazuje spreminjanje celotna aktivnosti tritija v izpustu po posameznih letih.

Aktivnost ostalih izotopov v tekočinskih izpustih je okoli tisočkrat manjša in je po letih prikazana na sliki 13.

Slika 12: Aktivnost izpuščenega tritija v tekočinskih izpustih (letna omejitev je 20 TBq)



Slika št. 13: Aktivnost cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočih izpustih brez tritija (letna omejitev je 200 GBq)



3.1.9.2. Plinasti izpusti

Plinasti izpusti se iz NEK odvajajo v okolje skozi ventilacijski dimnik in preko odzračevalnika kondenzata. V obeh izpustih radiološki monitorji neprekinjeno merijo in nadzirajo koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov.

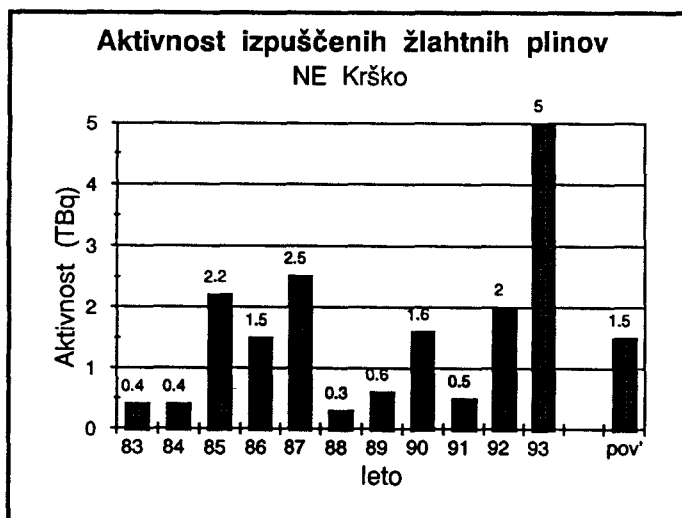
V plinastih izpustih prevladujejo žlahtni plini. V letu 1993 je bilo v zrak izpuščena aktivnost žlahtnih plinov 5,03 TBq, kar predstavlja 5,5 % dopustne vrednosti 110 TBq v enem letu. Slika 14 prikazuje spreminjanje celotne aktivnosti žlahtnih plinov v izpustu po posameznih letih.

Aktivnosti ostalih radioaktivnih elementov je v plinastih izpustih za stokrat manjša. Aktivnosti v letu 1993 in delež dopustne vrednosti za ostale pomembne skupine elementov so podane v tabeli 11.

Tabela 11: Aktivnosti plinskih izpustov v letu 1993

Plinske emisije	Izpuščena aktivnost v 1993 (Bq)	Dopustna vrednost izpusta (Bq)	Delež od omejitve (%)
Žlahtni plini	5,03 E+12	110 E+12	5,5
Jodi	4,15 E+08	18,5 E+9	2,2
Aerosoli	3,35 E+06	18,5 E+9	0,02
Tritij	1,96 E+12	ni omejitve v TS	
C-14	9,51 E+10	ni omejitve v TS	

Slika št. 14: Aktivnost žlahtnih plinov v plinastih izpustih (letna omejitev je 110 TBq)



3.1.10. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici NE Krško

3.1.10.1. Področja merjenja radioaktivnosti in izvajalci

Redni radiološki nadzor NE Krško se opravlja na osnovi vsakoletne odločbe RUJV za radiološki nadzor. Redni radiološki nadzor Nuklearne elektrarne

Krško vsebuje nadzor inventarja tekočih in plinastih izpustov - emisij ob izvoru ter neodvisen nadzor vnosa radionuklidov v širše okolje - imisij. Nadzorovano področje okolja obsega 12-kilometrski pas okoli objekta, kjer se pričakujejo najvišje vrednosti imisij in je mogoče potencialno najprej zaznati spremembe. Kot referenčne točke, pomembne za neugodno pripravljenost, so v programu vsebovana tudi merilna mesta na Hrvaškem v smeri proti Zagrebu ter zahodno od njega (pasivni termoluminiscentni dozimetri v loku dolžine 45 km).

Stalen nadzor emisij opravlja radiološka služba NE Krško, redni nadzor imisij in kontrolne meritve emisij pa so opravile zunanje pooblaščenice organizacije: Institut Jožef Stefan in Zavod za varstvo pri delu iz Ljubljane ter Institut Rudjer Bošković - Centar za istraživanje mora in Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada iz Zagreba.

3.1.10.2. Nadzor imisij (opomba 1)

Koncentracija radionuklidov, predvsem obeh cezijevih izotopov (posledica černobilskega onesnaženja) je že leta 1987 precej naglo upadla in se že med letom 1988 ustalila na nivoju druge polovice leta 1987, pri poljščinah pa je praktično padla na predčernobilsko raven. To stanje, s tendenco nadaljnjega počasnega upadanja, zlasti prispevkov bolj kratkoživega cezija-134 (z razpolovno dobo 2.06 let), je opaziti tudi v letu 1993. Najpomembnejšo vlogo v obremenitvi z umetnimi radionuklidi zaradi splošne kontaminacije okolja je prevzel ponovno stroncij-90, ki je v pretežni meri posledica predčernobilskih atmosferskih eksplozij.

Ocena doz na podlagi imisij - zaradi pitja reke Save

Zaradi zmanjšanja proizvodnje papirnice Vevče se je v 1992 in 1993 letu zmanjšala radioaktivna obremenitev savske vode z umetnimi (za faktor 0,5) in naravnimi radionuklidi (za faktor 0,25) zaradi papirničnih tekočih iztek. Prispevek je bilo možno zaznati le še v grobi suspendirani snovi. Zaradi nižjih koncentracij, predvsem cezijevih radionuklidov, je postal med dolgoživimi radionuklidi najpomembnejši "predčernobilski stroncij. Prevladujoč delež z umetnimi radionuklidi je prispeval kratkoživi jod-131 (in v manjši meri jod-125), ki ga zlasti po letu 1989 bolnišnice izpuščajo v reko.

Rezultati meritev radioaktivnosti Save pri Brežicah kažejo, da je mogoče približno polovico aktivnosti cezijevih izotopov pripisati NE Krško, ostalo pa splošni (predčernobilski) onesnažitvi okolja. Če upoštevamo še povečane koncentracije tritija, ki so jih prispevali elektrarniški izpusti, dobimo oceno, da je prispevek NE Krško v letu 1993 k letni obremenitvi referenčnega človeka zaradi potencialnega pitja savske vode v Brežicah okoli 0.4 mikroSv/leto. To je približno 36 % ocenjenega prispevka vseh umetnih radionuklidov v Savi.. Ta ocena je primerljiva z oceno iz leta 1992 (0,3 mikroSv/leto).

Podobno vrednost za efektivno dozo zaradi izlivov NE Krško dobimo tudi za Savo v Jesenicah na Dolenjskem, in sicer 0.5 mikroSv/leto.

Ocena doz na podlagi imisij - zaradi uživanja rib

Efektivna doza referenčnega človeka zaradi potencialnega uživanja savskih rib (36 kg/leto), je ob najbolj neugodni predpostavki ocenjena na manj od 3 mikroSv/leto.

Ribe so bile do leta 1986 (černobilska nesreča) kritična prenosna pot za emisije NE Krško preko prehrabene verige. Tudi v letu 1993 se po vsebnosti cezijevih izotopov iz černobilske nesreče ribe bistveno ne razlikujejo od druge beljakovinske hrane. Med umetnimi radionuklidi v ribah so prispevki stroncija-90 ostali najpomembnejši.

Ocena doz na podlagi imisij - zaradi pitja vode iz vodovoda

Vodovod Brežice je v vseh letih obratovanja NE Krško (od leta 1982) kazal dvakrat večjo povprečno koncentracijo tritija kot vrtine v brežiško-krškem polju in krški vodovod. Študija in analize, narejene v letu 1985, so potrdile domnevo, da je to povišanje pripisati prispevkom NE Krško zaradi savske vode. V drugi polovici 1990. leta so brežiški vodovod začeli napajati iz nove globoke vrtine, ki se odlikuje z vodo z zelo nizko vsebnostjo tritija (stara voda), tako da ni več te povezave. Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi odraslega prebivalca zaradi pitja te vode se je po letu 1990 znižal na 0,04 mikroSv/leto, pri čemer je ocenjeni prispevek NE Krško preko tritija iz starega črpališča zanemarljiv (le 20% porabe). Celotna obremenitev zaradi vsebnosti umetnih in naravnih radionuklidov je bila v brežiškem vodovodu ocenjena na 7,1 mikroSv/leto. Nadzorne vrtine v naplavinah samoborskega področja v letu 1993 niso pokazale zaznavnega vpliva splošnega onesnaženja, niti se v njih ne zazna vpliv NE Krško (tritij).

Ocena doz - zaradi vdihavanja zraka

Imisijske meritve aerosolov na filtrih, skozi katere se stalno prečrpava zrak, niso zaznale vplivov prašnih emisij NE Krško. Nadzorne imisijske meritve I-131 opravljene kontinuirano na šestih krajih v okolici NE Krško niso zaznale I-131 nad nadzorno mejo, ki ustreza pogojni celoletni ščitnični dozi 0.4 mikroSv.

Vzporedne kontrolne meritve emisij

Opravljen neodvisna vzporedna merjenja sorazmerno (aliquotno) sestavljenih reprezentativnih vzorcev tekočih izpustov NE Krško kažejo pri najpomembnejših radionuklidih (H-3, Cs-137, Cs-134), o katerih poroča NE Krško, sprejemljivo ujemanje z emisijskimi vrednostmi in manj zadovoljivo pri ostalih radionuklidih. Rezultati neodvisnih vzporednih meritev plinastih izpustov joda so pokazali tolikšno ujemanje, da ne dajejo osnove za popravke ocenjenih doz iz emisijskih meritev. Opravljene interkomparacijske meritve tekočih vzorcev so pokazale pri obojestransko detektiranih radionuklidih dobro ujemanje. Pri vseh opravljenih meritvah nadzora ni bilo zaslediti podatkov, ki bi lahko pomembno spreminjali oceno obremenitev zaradi plinastih in tekočih emisij. V primeru razhajanj pa so bili za oceno obremenitev uporabljeni manj ugodni podatki.

Ocena doz na podlagi emisij - zaradi pitja reke Save

Neodvisna modelna ocena efektivne doze potencialno najbolj izpostavljenega posameznika iz referenčne skupine brežiških prebivalcev za pričakovane

prenosne poti tekočih efluentov preko Save, ki upošteva mersko ocenjen razredčitveni faktor za Savo in inventar letnih izpustov NE Krško (dopolnjena mesečna poročila za NE Krško za leto 1993), daje efektivno ekvivalentno dozo 2 mikroSv/leto. Velikostni red doze je primerljiv z dozami iz preteklih štirih let.

Doze zunanjšega sevanja

Doza zaradi zunanjšega sevanja, merjena s termoluminescenčnimi dozimetri vse leto na 57 krajih okoli NE Krško, je pokazala povprečno vrednost 835 mikroSv/leto, ki je za 40% več kot pred črnobilsko onesnažitvijo. Opažena večja, krajevno značilna odstopanja od povprečne vrednosti razlagamo z neenakomerno porazdelitvijo črnobilskega onesnaženja in naravne radioaktivnosti in ne vplivom NE Krško. Omenjena odstopanja so v letu 1993 primerljiva z odstopanji v preteklem letu, povprečna vrednost doze pa se je ne bistveno zmanjšala, domnevno na račun spremenjenih klimatskih vplivov.

Avtomatski kontinuirni merilniki doznih hitrosti (tri stalne lokacije, od junija 1992 dve), namenjeni predvsem nevarnemu opozarjanju, so pokazali skladne rezultate s TL dozimetri glede na krajevno značilne velikosti letnih doz. Pokazali pa so občasna nekajurna odstopanja hitrosti doz (do maksimalno 60% nad mesečnim povprečjem), ki jih pripisujemo spiranju naravnih radionuklidov iz ozračja z dežjem in tudi začetnem zadrževanju radonovih potomcev v vrhnjem sloju tal. Ti pojavi so bili opaženi tudi v ostalih 10 krajih, kjer so bili postavljeni taki merilniki, in niso v povezavi z občasnimi plinastimi emisijami - spraznitvami. V času plinastih emisij (spraznitev) v NEK povišanja doznih hitrosti ni bilo opaziti, kar je skladno tudi z izračuni.

Realistična ocena doz

Na podlagi vseh imisijskih in emisijskih meritev in uporabljenih računskih modelov na osnovi emisij in dostopnih podatkov iz literature lahko naredimo realistično oceno obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov. V tabeli 12 je predstavljena celotna obremenitev glede na vire, pri čemer je upoštevano ionizirajoče sevanje iz naravnih in umetnih virov.

3.1.10.3. Sklepne ugotovitve

Vse ugotovljive in količinsko ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij Nuklearne elektrarne Krško so bile pod upravno dopuščenimi mejnimi vrednostmi (opomba 2). Ocenjene obremenitve posameznikov iz privzetih referenčnih skupin prebivalstva iz neposredno ocenjenih imisijskih vrednosti dajejo v letu 1993 vrednosti za efektivne doze, ki so manjše od 10 mikroSv/leto, oziroma manjše od 0.5% letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov.

Opombe:

1. Navedene vrednosti letnih doz v mikroSv/leto (mikro Sievert na leto) veljajo v vseh ustreznih primerih (z izjemo zunanjega sevanja) za količino, ki jo definiramo kot "50-letno predvideno efektivno dozo."

2. Zakonsko postavljena vrednost mejne letne doze za posameznika iz prebivalstva, ki ni poklicno izpostavljen sevanju, je 1000 mikroSv/leto (1000 mikro Sievertov na leto = 1 mili Sievert na leto) efektivne doze. Mejna vrednost velja za skupne prispevke vseh umetnih virov sevanja, z izjemo medicinskih, in prispevke modificiranih naravnih virov sevanja, z izjemo radona v hišah. Poleg navedene osnovne splošne omejitve, pa obstajajo tudi upravne omejitve, ki veljajo za normalno obratovanje posameznih nuklearnih objektov - takoimenovane "avtorizirane" mejne doze, ki so praviloma nižje od osnovne. Po lokacijski odločbi Republiškega sekretariata za urbanizem (št. 350/F-15/69 od 8.8.1974) je mejna vrednost efektivne doze za NE Krško 50 mikroSv/leto. Po odločbi Republiškega energetskega inšpektorata (31-04/83-5 od 6.2.1984) pa obstajajo tudi druge izvedene omejitve (npr. letna aktivnost tekočih effluentov).

3.1.10.4. Pregled virov in velikosti radioloških obremenitev prebivalcev v Krškem in okolici

Obremenitve so ocenjene za odraslega posameznika iz referenčne skupine, ki prejema največje doze izmed vseh starostnih skupin in uživa izključno lokalno pridelano hrano.

Tabela 12: Realistična ocena efektivne doze referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov (v mikroSv/leto)

A. NOTRANJE OBSEVANJE

(posledica vnosa in prisotnosti radionuklidov v telesu ter njihovega sevalnega učinka na telo)

A.1. zaradi vnosa z dihanjem (inhalacijo) iz naslednjih virov:	μSv/leto
A.1.1. naravna radioaktivnost	
- Radon-222 in kratkoživi potomci v zraku	1300 (*2)
A.1.2. splošna kontaminacija prašnih delcev (aerosolov)	
- tehnološko in naravno nakopičen svinec-210	17
- resuspendirani umetni radionuklidi	0.003
A.1.3. zračna emisija NE Krško	
- tritij, ogljik-14, jod-131, itd	0.46

delna vsota za inhalacijo	1317
A.2. zaradi vnosa s hrano in vodo (ingestija) iz naslednjih virov (*3):	
A.2.1. naravna radioaktivnost	
- kalij-40	180
- uranov in torijev niz	140
- ostalo	40
naravna radioaktivnost skupaj	360
A.2.2. splošna kontaminacija (Černobil, jedrske eksplozije, tehnološko kopičenje umetnih radionuklidov)	
- hrana - Černobil	2
- ostalo	8
- voda	<0.1
splošna kontaminacija skupaj	10
A.2.3. emisije NE Krško v Savo	
- hrana (ribe)	< 3
- voda (samo tritij v vodovodu)	0.02
emisije v Savo skupaj	3
delna vsota za ingestijo	373
delna vsota za notranje obsevanje	1690

B. ZUNANJE OBSEVANJE

(posledica virov sevanja izven telesa ter njihovega sevalnega učinka na telo)

B.1. zaradi medicinske diagnostike (*4)	1500
B.2. zaradi naravnega sevanja (kozmičnega in terestialnega)	
- kozmična nevtronska komponenta	60
- kozmično in terestrialno sevanje (U,Th niz, K-40, kozmično sevanje)(*5)	770
B.3. zaradi černobilskega vseda v okolju (*6)	70
B.4. zaradi plinskih emisij NE Krško	0.02
delna vsota za zunanje obsevanje	2400
celotna vsota za notranje in zunanje obsevanje (zaokroženo, ozadje in prispevek NE Krško)	4090 μ Sv/leto

(*1) Obremenitev z umetnimi radionuklidi (NEK, splošna kontaminacija) je podana z dozo, ki jo definiramo kot "50-letno predvideno efektivno enakovredno (ekvivalentno) dozo", obremenitve z naravnimi radionuklidi pa z "letno efektivno enakovredno (ekvivalentno) dozo".

(*2) Za bivališča s povprečno ravnovesno radonovo koncentracijo 15 Bq/m³ (oz. koncentracijo Rn-222 38 Bq/m³ ob ravnovesnem faktorju 0.4) in faktorju bivanja v bivališčih 0.8 ter bivanja na prostem 0.2.

(*3) Poraba določena na podlagi "Analize prehrabnenih navad prebivalstva v Sloveniji" za "mešano" gospodinjstvo, VZZSV, Ljubljana, - dopis Republiškega komiteja za zdravstveno in socialno varstvo št. 2005/68-58 od 6.11.1989. Za povprečno obremenitev z naravnimi radionuklidi so uporabljeni podatki iz publikacije UNSCEAR 1988 Report (p.95), United Nations, New York 1988.

(*4) Podatki vzeti iz vladnega poročila ZRN za 1989. leto (Bericht der Bundesregierung uber Umveltradioaktivitaet und Strahlenbelastung fur das Jahr 1987, Drucksache 11/6142, 20.12.1989). Zelo približna ocena za prebivalstvo v Sloveniji nakazuje približno tolikšno, ali višjo izpostavljenost, zaradi slabše opreme ob nižjem številu pregledov. Zaradi negotovosti ocene navajamo tudi relativno najnižjo oceno 300 mikroSv/leto, ki jo daje britanski NRPB (Radiation Exposure of the UK Population - 1988 Review, NRPB-R227)

(*5) Podatki vzeti iz poročila: U. Miklavžič et al., Letne doze zunanjega sevanja v Sloveniji, IJS DP-6696, marec 1993

(*6) Predpostavljeno je podaljšano bivanje na prostem s faktorjem bivanja na prostem 0.3 in v bivališčih 0.7.

Vir: Poročilo "Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško - Poročilo za leto 1993", IJS DP-6957, Ljubljana, marec 1993.

3.1.11. Neradiološki nadzor

"Program izvajanja neradiološkega monitoringa za ugotavljanje vplivov NE Krško na kakovost vode reke Save in podtalnico", ki ga je določilo Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora, izvaja pa Kemijski inštitut v Ljubljani v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo Novo mesto in Hidrometeorološkim zavodom Republike Slovenije (1).

V študiji "Analiza vpliva obratovanja NE Krško na ekološko-biocenološke spremembe v reki Savi in podtalnici" (2) za leto 1992, ki sta jo pripravila Naravoslovno - matematična fakulteta Sveučilišta v Zagrebu in Kemijski inštitut iz Ljubljane na osnovi desetletnih izkušenj ugotavljata, da je kakovost reke Save v Brežicah enaka ali boljša kakor reke Save med Tovarno celuloze in papirja Videm-Krško in NE Krško. Tudi primerjava rezultatov z nultim stanjem posnetim med 1977 in 1980 letom kaže, da praktično ni prišlo do sprememb kakovosti reke Save. Koncentracija lignina se je rahlo zmanjšala, suspendirane snovi so v enakih mejah, organske snovi so se v Savi glede na KPK_d, BPK_s in KPK_b, pred NE Krško rahlo povišale, v Brežicah pa rahlo zmanjšale. Raziskava združbe rib v vplivnem področju NE Krško kaže, da glede na bolezni in njihovo frekvenco področje ne odstopa od stanja v drugih vodotokih. Na osnovi dejstva, da niso ugotovljeni negativni vplivi na reko Savo zaradi delovanja NE Krško in na osnovi izkušenj je postavljen

nov, skrajšani režim neradiološkega monitoringa. Ta zajema samo tiste parametre, ki so nujni za ugotavljanje morebitnih slabih vplivov na reko Savo. (1)

Program neradiološkega monitoringa v letu 1993 (2) zajema vzorčna mesta:

1. Krško, most v Krškem, desni breg
- 2a. Med tovarno celuloze in papirja Videm Krško in vtokom bistvene oskrbe vode v NE Krško, desni breg,
- 2b. Med tovarno celuloze in papirja Videm Krško in vtokom bistvene oskrbe vode v NE Krško, levi breg,
3. Most Brežice, levi breg,
4. Jesenice na Dolenjskem, desni breg.

Pokazatelji vplivov na okolje in pogostost jemanja vzorcev:

1. Tedensko se določa kemijska potreba po kisiku, dikromatna metoda (KPK),
2. Mesečno se določa kapaciteta kompleksiranja in površinsko aktivne snovi,
3. Trimesečno se jemljejo vzorci favne dna za biološko analizo,
4. Šestmesečno (poleti in pozimi) se določa razgradljivost.

Iz kakovostnih stopenj in razredov ter iz obremenitev Save na odseku Krško-Brežice v letu 1993 ugotovljenih na osnovi biološke analize makrozoobentoških združb in ob upoštevanju najslabše kakovosti, je Sava na desnem bregu v Krškem in pred jezom pri NE Krško v III. kakovostnem razredu oz. močno onesnažena. Na levem bregu pred NE Krško in na levem bregu v Brežicah pa v IV. kakovostnem razredu. Na osnovi saprobiološke analize ni ugotovljen negativen vpliv toplotnega onesnaženja Save zaradi NE Krško. Študija ugotavlja, da niso zaznali negativnega vpliva obratovanja NE Krško na vodo in makrozoobentos reke Save v Brežicah v letu 1993.(1)

Meritve, ki jih je v okviru programa izvedel Hidrometeorološki zavod Slovenije v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo Maribor (1) zajemajo osnovne kazatelje kakovosti reke Save kakor tudi vse potencialne onesnaževalce, skupaj čez sto parametrov. Iz rezultatov saprobnega indeksa je razvidno, da Sava v Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem sodi v drugi kakovostni razred.

Meritve za ugotavljanje vplivov NE Krško na kakovost podtalnice je v okviru programa opravil Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto(1). Vzorci so odvzeti dvakrat letno na sedmih mestih: Vrbina, Spodnji Stari Grad, Šenilenart, Žadovinek, Brege, Skopice in Borši.

V študiji "Analiza vpliva obratovanja NE Krško na ekološko-biocenološke spremembe v reki Savi in podtalnici" (2) za leto 1992 ugotavljajo, da se kakovost podtalne vode glede na analizirane kazatelje v primerjavi z letom 1978 ozir. po delovanju NE Krško praktično ni spremenila. Za leto 1993 obdelanih podatkov ni. Iz študije "Neradiološki monitoring za ugotavljanje vplivov NE Krško na kakovost vode reke Save in podtalnico" (1) je razvidno, da so v podtalni vodi v določenih vodnjakih povišane koncentracije nitratov, amoniaka in železa ter sledovi pesticidov in kloriranih topil glede na Pravilnik

o higijenski neoporečnosti pitne vode, Ur. l. SFRJ, št. 33/87. Povišane koncentracije amoniaka, fosfata, nitrata in biološke potrebe po kisiku so ugotovljene že v raziskavah med letom 1978 in 1981(1). Menimo, da so višje koncentracije posledica kmetijskih dejavnosti, sestave tal (železo) kakor tudi delni vpliv vode iz reke Save.

Dodatno se v okviru neradiološkega monitoringa v okolici NE Krško tedensko izvajajo meritve temperatur in nivojev podtalnice na 13 lokacijah: Zadovinek V-1, Zadovinek V-2, Zadovinek V-3, Drnovo V-5, Brege V-5, Vihre V-6, Skopice V-7, Skopice V-8, Boršt V-9, Vrbina V-10, Spodnji Stari Grad V-11, Pesje V-12, Šentlenart V-13 (1).

Za leto 1993 obdelanih podatkov še ni. Študiji "Analiza vpliva obratovanja NE Krško na ekološko-biocenološke spremembe v reki Savi in podtalnici" (2) za leto 1992 ugotavlja, da je zlasti v sušnem času poleti opažena povišana temperatura podtalne vode zlasti v vrtinah, ki so bližje reki Savi. Nadalje ugotavljajo, da bi vsako povečanje spremembe temperature reke Save nad 3 °C pri kritičnem pretoku manjšem od 60 m³/sec in z obremenitvijo iz leta 1992 povzročilo kritično stanje z možnostjo zmanjšanja koncentracije kisika pod 5 mg/l.

Viri:

1. Neradiološki monitoring za ugotavljanje vplivov NE Krško na kakovost vode reke Save in podtalnico, Kemijski inštitut, Ljubljana 1994.
2. "Analiza vpliva obratovanja NE Krško na ekološko-biocenološke spremembe v reki Savi in podtalnici", Prirodno - matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu in Kemijski inštitut iz Ljubljane, Zagreb - Ljubljana, 1993..
3. Monitoring kvalitete površinskih i podzemnih voda vezan uz rad NE Krško u 1992 god, Hrvatska vodoprivreda, Zagreb, Marec 1993.

3.1.12. Izobraževanje kadrov

Plan usposabljanja delavcev NE Krško za leto 1993 je bil sestavljen na podlagi evidentiranih potreb posameznih organizacijskih enot tehnične operative in ostalih organizacijskih enot, katerih delo je vezano na tehnološki proces. Zbrani podatki so bili obdelani in usklajeni z vodji posameznih organizacijskih enot, vodstvom tehnične operative in vodstvom podjetja. Plan je bil strukturiran v skladu s programom strokovnega usposabljanja.

Izvedba usposabljanja je bila deloma pokrita s kadri iz NEK, v veliki meri pa je organizirano v sodelovanju z zunanjimi institucijami.

Glede realizacije konkretnih planiranih aktivnosti usposabljanja je treba omeniti dejstvo, da se je NEK v letu 1993 (podobno, kot v letu 1992) spopadala s finančnimi težavami, vendar je bil vložen maksimalni napor, da se je realiziralo čimveč prvotno planiranega.

Ne glede na težave pa v nobenem primeru ni bilo prizadeto usposabljanje za licencirano osebje, osebje, katerega delo je povezano z jedrsko varnostjo

in osebje, ki mora obnavljati znanje v skladu z domačo regulativo.

- Stalno usposabljanje obratovalnega osebja

Stalno usposabljanje obratovalnega osebja zajema programe, ki tečejo ciklično glede na predpisano pogostost za ohranjanje licence za licencirano osebje in obnavljanje ustreznih dovoljenj za delavce na lokalnih delovnih mestih.

V letu 1993 je bila obremenitev licenciranega osebja zelo velika. Preizkus znanja za obnovitev naziva operater reaktorja (RO) ali glavni operater reaktorja (SRO) licence je opravilo 16 kandidatov. Preizkus znanja za pridobitev RO ali SRO licence je opravilo 7 kandidatov.

Tedensko izpopolnjevanje na simulatorju jedrske elektrarne je v letu 1993 potekalo na simulatorju elektrarne RG&E GINNA, Rochester, NY v ZDA. Instruktorji so delavci firma General Physics. Obseg in kvaliteta programa je v NEK ocenjena kot zelo zadovoljiva.

V sklopu usposabljanja na simulatorju se izvaja tudi preverjanje znanja v obsegu, tipičnem za zahteve ameriške jedrske upravne komisije glede izpita za obnavljanje dovoljenja.

Izpopolnjevanje na "inženirskem simulatorju" v Bruslju je bilo izvedeno za dve skupini (po štiri) za licencirano osebje z SRO licenco. Namen tega tečaja je predvsem poglobljanje znanja v zvezi z neugodnimi dogodki in uporabo postopkov v primeru nezgode s poglobljenim študijem osnov za posamezne postopke.

Izvedeno je bilo tudi stalno izpopolnjevanje licenciranega osebja in sicer en teden spomladi in en teden jeseni na Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo "Milan Čopič" (ICJT).

- Stalno usposabljanje ostalega tehničnega osebja

Tečaji iz tega segmenta so namenjeni za obnavljanje in dopolnjevanje znanja za posamezna področja v skladu s predpisi.

V sklopu priprav na menjavo goriva je bilo izvedeno usposabljanje, ki je zajemalo sistematičen pregled vseh postopkov vezanih za menjavo goriva, seznanjanje z delovanjem opreme in poizkusno manipuliranje z opremo. Usposabljanje in priprave vodijo instruktor strokovnega usposabljanja NEK in izkušeni vodje izmen, ki so vključeni v menjavo goriva. Te priprave so bile detajlno predstavljene inšpektorjem RUJV.

Usposabljanje vezano za načrt ukrepov v primeru izrednega dogodka v NEK se je začelo izvajati v skladu s postopki Programa Načrta ukrepov za primer izrednega dogodka (NUID). V letu 1993 je bila izvedena tudi prva vaja v skladu s tem programom, kjer so sodelovale poleg NEK tudi zunanje institucije, ki so vključene v aktivnosti NUID.

- Dopolnilno usposabljanje obratovalnega osebja

Dopolnilno usposabljanje obratovalnega osebja zajema segmente usposabljanja, ki se izvajajo za kandidate za pridobivanje licence ter

usposabljanje delavcev za popolnjevanje drugih delovnih mest v delovni enoti proizvodnje ali pa dopolnilno usposabljanje za področja, kjer je potrebno novo dodatno znanje.

V letu 1993 je skupina štirih tečajnikov uspešno končala usposabljanje za pridobitev licence za operaterja reaktorja in uspešno opravila preizkus znanja s strani Strokovne komisije za preverjanje znanja operaterjev. Druga skupina (14 slušateljev) je zaključila 1. in 2. fazo usposabljanja za pridobivanje licence.

- Dopolnilno usposabljanje ostalega tehničnega osebja

Dopolnilno usposabljanje ostalega tehničnega osebja zajema tečaje, katerih namen je pridobivanje novega splošnega in specialističnega znanja za potrebe vzdrževanja in ostalih podpornih funkcij.

Nekateri specialistični tečaji, v katerih sodeluje večje število slušateljev, so bili organizirani v NEK. Specialistični tečaji, kjer je potrebno tudi praktično usposabljanje na opremi, ki je ni mogoče ali ni smiselno pripeljati v NEK, so se izvajali pri samih izvajalcih tečajev.

Nekaj poglobitnejših tečajev lahko tu posebej omenimo:

Na ICJT je bil izveden 9 tedenski tečaj iz osnov tehnologije močnostnih reaktorjev (OTMR), in sicer za 14 slušateljev.

Tečaj "Diesel Generatorji in regulacija" je izvedla firma General Physics. Učni material in predavanja so bila prilagojeni naši opremi in odziv vzdrževalnega osebja, ki je tečaj obiskovalo je bil zelo pozitiven.

Tečaj "Time Response Equipment Training Course" je bil izveden v zvezi z nabavo opreme in zaradi zahtev po izvajanju meritev na opremi.

Izveden je bil enotedenski tečaj obnove znanja iz radiološke zaščite 1., za vse tehnike radiološke zaščite.

Na področju mednarodnega sodelovanja v okviru MAAE so bili organizirani trije tečaji in sicer dva v tujini, ki sta jim prisostvovala po dva udeleženca iz NEK in tretji na ICJT z naslovom "In-Plant Accident Management for NPP Operation" za večje število slušateljev iz NEK in institucij R Slovenije, katerih delo je povezano z jedrsko varnostjo in pripravi v primeru izrednega dogodka.

(Vir: Letno poročilo NE Krško - 1993, 24.2.1994)

3.2. REAKTORSKI CENTER V PODGORICI

3.2.1. Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA

Raziskovalni jedrski reaktor TRIGA Mark II s toplotno močjo 250 kW je v letu 1993 proizvedel 257.45 MWh toplote.

3.2.1.1. Ustavitve

V letu 1993 sta bili 2 neplanirani ustavitvi. Ena ustavitev je bila zaradi izpada električne napetosti, ena pa zaradi okvare na instrumentaciji radiološke zaščite.

3.2.1.2. Gorivo

V reaktorski zgradbi se je ob koncu leta 1993 nahajalo skupaj 318 gorivnih elementov. Porazdeljeni so po sledečih lokacijah:

- * sredica,
- * tank,
- * shramba izgorelega goriva,
- * eksperimentalna naprava in
- * shramba svežega goriva.

3.2.1.3. Osebj

Za obratovanje reaktorja skrbijo vodja reaktorja, pet operaterjev in služba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji. V letu 1993 se osebj raziskovalnega reaktorja TRIGA ni dodatno izobraževalo.

3.2.1.4. Sprejete doze osebja

Osem oseb je srevalo efektivne ekvivalentne doze za sevanje gama od 0.71 do 1.36 mSv, za nevtrone pa so bile pod približno 0.5 do 1 mSv.

3.2.1.5. Uporaba reaktorja

Reaktor je namenjen za izobraževanje tečajnikov NE Krško in za pripravo radioaktivnih izotopov za medicino, industrijo in jedrsko kemijo. V letu 1993 je bilo obsevanih 1525 vzorcev v reaktorju. Vaje za operaterje NE Krško so potekale v januarju.

3.2.1.6. Modifikacije TRIGE izvedene v letu 1993

V letu 1993 na instrumentaciji reaktorja in sredici reaktorja niso bile izvedene nobene spremembe. Obnovljeno pa je bilo celotno jakotočno omrežje v prostorih reaktorja in klima za komandno sobo.

3.2.2. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov

Prehodno skladišče za nizko in srednje radioaktivne odpadke je namenjeno majhnim uporabnikom (v to skupino ne spadata NE Krško in Rudnik urana Zirovski vrh). Skladišče deluje od leta 1987.

3.2.2.1. Nadzor skladišča

Nadzor skladišča poteka enkrat tedensko in obsega:

- ogled skladišča
- merjenje hitrosti doze na sedmih mestih v skladišču in treh zunaj skladišča
- merjenje aktivnosti brisov s sedmih mest v skladišču
- trije termoluminiscenčni dozimetri merijo doze na zunanji strani vhodnih vrat in ob obeh izpuhkih ventilacijskega sistema
- merjenje vsebnosti radona-222 s potomci v zraku enkrat tedensko.

Zaradi razporeditve radioaktivnih odpadkov hitrost doze narašča od vhoda proti zadnji strani skladišča, kjer je znašala do 400 mikroSv/h (v letu 1992 do 250 mikroSv/h). Najvišjo hitrost doze je v skladišču možno izmeriti na površini dveh kontejnerjev, ki vsebujeta radijeve igle in industrijski izvor Sr-90, in sicer 20 mSv/h.

Aktivnosti brisov so bile zelo nizke in so znašale (9.0 ± 1.7) Bq/m², največ pa do 52 Bq/m² (mejne aktivnosti za površinsko kontaminacijo v kontroliranem območju znašajo za sevalce alfa 40 kBq/m², za sevalce beta in gama pa 400 kBq/m²), kar pomeni, da je skladišče tudi po sedmih letih delovanja nekontaminirano.

Koncentracija radona-222 s potomci v zraku skladišča je bila nižja kot prejšnje leto. Meritve za leto 1993 so pokazale koncentracijo 0.065 ± 0.045 WL. Nižje koncentracije pripisujemo nekoliko intenzivnejšemu prezračevanju.

Da ne bi po nepotrebnem obremenjevali okolja, skladišča niso redno prezračevali, ampak so ventilirali skladišče le pred deli v skladišču. Čas delovanja ventilacijskega sistema se beleži in je v letu 1993 znašal 108 ur.

3.2.2.2. Pregled radioaktivnih odpadkov

Vsi odpadki v skladišču so evidentirani, stanje v skladišču ob koncu leta 1993 pa je prikazano s tabelo 13. V letu 1993 sta bila vskladiščena 2 soda, 6 posebnih odpadkov in 32 zaprtih izvorov. Skupni volumen odpadkov v sodih znaša približno 30 m³ (volumen sodov), volumen posebnih odpadkov pa ocenjujemo na nekaj m³. Volumen aktivnih delov zaprtih izvorov je nepomemben, vendar sedaj zavzamejo bistveno več prostora, ker jih hranimo v zaščitnih kontejnerjih.

Merjenja radioaktivnosti kažejo, da je vpliv skladišča na okolje zanemarljiv.

Tabela 13: Pregled radioaktivnih odpadkov v prehodnem skladišču reaktorskega centra v Podgorici za leto 1993.

Vrsta	Število Skupaj (1993)	Izotopi	Aktivnost (GBq)
sodi	135 (2)	Co-60,Cs-137,Eu-152/U,Ra-226	3-2
posebni odpadki	85 (6)	Co-60/Ra-226/Am-241	7000
zaprti izvori	130 (32)	Co-60,Cs-137	1000

Opombe k tabeli 13:

- Navedeni so samo izotopi, ki prispevajo glavnino aktivnosti ali so pomembni zaradi daljših razpadnih časov.
- Sodi vsebujejo kontaminirane predmete ali materiale z inducirano radioaktivnostjo zaradi obsevanja v reaktorju TRIGA.
- Posebni odpadki so kontaminirani ali aktivirani predmeti, ki jih zaradi velikosti ni moč hraniti v sodih.
- Zaprti izvori so neuporabni viri sevanja, ki so ponavadi shranjeni v originalnih zaščitnih kontejnerjih.
- Vrednost v oklepaju (kolona "število") pomeni število v letu 1993 vskladiščenih sodov.

3.2.3. Nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra v Podgorici

Izpuščena aktivnost v okolje zaradi delovanja Reaktorskega centra je tako nizka, da je potrebno meriti emisije radioaktivnih snovi na izvoru, da bi lahko ocenili vpliv radioaktivnih izpustov na okolje. Za vpliv na okolje so pomembni: izpuščanja Ar-41 v atmosfero iz prezračevalnega sistema reaktorske hale in radioaktivne snovi v tekočih odplakah Odseka za jedrsko kemijo. Dodatne meritve nekaterih količin služijo predvsem za potrditev ocen in pa za identifikacijo morebitnih vplivov zunanjih onesnaževalcev (npr. počernobilska kontaminacija).

Nadzor izpuha iz reaktorske hale obsega: določanje radioaktivnih aerosolov v zraku, določanje Ar-41 v zraku in merjenje mesečne doze s termoluminiscenčnim dozimetrom na izpuhu.

Na kontrolni točki v letu 1993 niso zaznali umetnih radioaktivnih aerosolov.

Ocenjena letna efektivna doza za posameznika ob ograji Reaktorskega centra je bila v letu 1993 ocenjena zaradi izpuščanja Ar-41 v zrak na 0,2 mikroSv (to je 0,02 % mejne letne doze za prebivalstvo). V letu 1993 je bila proizvedena energija v reaktorju nižja kot v preteklosti. Zato je bila tudi aktivnost izpuščenega Ar-41 manjša.

Tekočinski izpusti, ki vsebujejo radioaktivne izotope, se med tednom zbirajo v zadrževalnem tanku, iz katerega se izpuščajo ob ponedeljkih, ko preko konca tedna razpadejo kratkoživi izotopi. Povprečna koncentracija pred redčenjem z vodo v nobenem primeru ni presegla mejne vrednosti za pitno vodo. Za leto 1993 je značilno majhno število izpuščenih izotopov. Zaradi specifičnih dejavnosti je pri izpuščenih aktivnostih s 94 % dominiral Zn-65. Celotna izpuščena aktivnost je znašala $3,1 \text{ E}+7 \text{ Bq}$, kar je približno enako kot leta 1991 in 1992, ko so bili izpusti najnižji v celotnem obdobju delovanja reaktorja. Nadzor ni pokazal puščanja gorivnih elementov.

Ocenjena letna efektivna doza zaradi delovanja reaktorja za posameznika zaradi morebitnega pitja rečne vode, v katero se iztekajo tekočinski izpusti, znaša po konservativni oceni 1 mikroSv (to je ena tisočinka letne mejne vrednosti za prebivalstvo).

V 1993 v padavinah in podtalnici niso izmerili nobenih umetnih radioaktivnih izotopov.

Dozo zunanega sevanja merijo mesečno s termoluminiscenčnimi dozimetri. Letna doza (ozadje ni odšteto) na kontrolni točki znaša 985 mikroSv, kar je za 13% več kot leta 1991 in 1992. Vzrok povečanja so meteorološke variacije. Izmerjene doze na kontrolni točki ne odstopajo od doz v okolju. Vpliv Reaktorskega centra Podgorica na okolje je zanemarljiv.

V vzorcu zemlje znotraj ograje Reaktorskega centra in v sedimentu z levega brega Save blizu izpusta Reaktorskega centra so bili poleg naravnih izotopov izmerjeni le umetni izotopi černobilske kontaminacije in poskusnih jedrskih eksplozij (Cs-134, Cs-137).

3.2.4. Izobraževanje kadrov

Po podatkih Republiške uprave za jedrsko varnost so se sodelavci Reaktorskega centra v Podgorici udeležili naslednjih seminarjev, tečajev in delavnic:

- tehnični komite "Koncept skladišča izven lokacije reaktorja in njegove implikacije", Dunaj, 15.-19.3.1993
- "Uporaba nevtronskih curkov iz raziskovalnih reaktorjev za radiografijo in karakterizacijo materialov", Dunaj, 4.-7.5. 1993
- sestanek svetovalcev "Uporaba raziskovalnih reaktorjev za študije trdne snovi", Dunaj, 29.-31.4. 1993
- tehnični komite "Izmenjava izkušenj glede pokazateljev izobraževanja operaterjev in njihov razvoj", Dunaj, 6.-10.9 1993
- "Sistem obveščanja ob nesrečah", Pariz, 27.-29.9 1993

- regionalni izobraževalni tečaj "Izračuni in meritve nevtronskega spektra za raziskovalne reaktorje", Džakarta, Indonezija, 27.7.-15.10. 1993
- medregionalni izobraževalni tečaj "Ekspertni sistemi za jedrske elektrarne", Saclay, 18.10.-5.11. 1993
- tehnični komite "Zagotavljanje kakovosti pri meritvah radona", Dunaj, 1.-5.11. 1993
- tehnični komite "Uporaba računalniških programov za analize težkih nezgod", Dunaj, 15.-18.11. 1993
- seminar "Raziskovalni reaktorski centri - vidiki v prihodnosti", Budimpešta, 22.-26.11. 1993
- seminar strokovnjakov "Težave pri uparjalnikih in njihova zamenjava", Madrid, 13.-17.12. 1993
- srečanje svetovalcev "Priprava knjižnic nuklearnih podatkov, njihova aplikacija za termične in hitre reaktorje, raziskovalne reaktorje, ter za močnostne reaktorje", Dunaj, 8.-10.12. 1993

3.3. RUDNIK ŽIROVSKI VRH

V skladu s sklepom Izvršnega Sveta Skupščine Republike Slovenije z dne 7. 11. 1990 (Ur. list RS, šte. 40/1990) o začasnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in Zakonom o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh (Ur. list RS, šte. 36/92) se v rudniku urana v letu 1993 niso opravljale proizvodne dejavnosti. Bivši Rudnik urana Žirovski vrh se je preoblikoval v javno podjetje Rudnik Žirovski vrh.

Načrtovana dela so bila zaradi pomanjkanja finančnih sredstev omejena na:

- vzdrževanje zatečenega stanja,
- preprečevanje nastajanja večjih škod,
- redni nadzor vpliva rudnika na okolje
- raziskovanje in priprava osnov za izvedbo projektov trajnega prenehanja izkoriščanja rudišča. Prednost so imele aktivnosti za sanacijo odlagališča hidrometalurške jalovine na Borštu, pri katerem podlaga plazi s hitrostjo približno 1 mm na dan. Dokončane so bile raziskave in študije za sanacijo jalovišča Boršt. Projekt sanacije jalovišča Boršt je narejen, a še ni bil sprejet.
- v pripravi je dokumentacija za pridobitev lokacijskega dovoljenja za sanacijo zemaljskega plazu jalovišča hidrometalurške jalovine Boršt in za rušenje temeljev in konstrukcij v objektih proizvodnje tehničnega uranovega koncentrata.

Zaradi neurejenega financiranja so morali v RŽV prekiniti od 2. 7. do 2. 11. 1993 z vsemi aktivnostmi v jamskih prostorih. Vzdrževalna dela na zunanjih objektih so potekala redno v okviru zahteve preprečevanja nastajanja večjih škod.

3.3.1. Glavni obratovalni podatki in varnostni kazalci

Skladno s sprejetim programom in v okviru finančnih možnosti so se v letu 1993 izvajala naslednja dela:

- a. Jamski obrat
 - prevoz jamske jalovine iz jalovišč P-1 in P-9 na jalovišče Jazbec
 - vzdrževanje jamskih objektov pomembnih za pohod, transport in za ventilacijo
 - zasipavanje posameznih jamskih prostorov z jalovino
 - urejanje odvodnjavanja v jamskih prostorih
 - vzorčevanje izvirov vode v jami
- b. Predelovalni obrat
 - demontaža, čiščenje in dekontaminacija tehnološke opreme
 - vzdrževanje odlagališča HMJ Boršt (obnovitev kanalov)
 - obratovanje čistilnih naprav za čiščenje jamske in sanitarne vode
- c. Obrat elektrostrojnega vzdrževanja
 - tekoče vzdrževanje

Zaradi narave dejavnosti je potrebno na območju rudnika tudi v času, ko se rudnik zapira, izvajati ustrezne meritve in zavarovanja, da se izključi kakršnokoli nevarnost za zdravje in življenje ljudi, upoštevajoč tudi določbe zakona o rudarstvu (Ur. l. SRS, št. 17/75), določila Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije (Ur. l. SFRJ, št. 62/84). Aktivnosti, ki so potrebne za trajno prenehanje izkoriščanja uranove rude, morajo biti deležne posebnega državnega nadzora.

3.3.2. Program trajnega prenehanja rudarjenja

Aprila 1993 je bil dokončan Program izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku urana Zirovski vrh, ki naj bi celovito opredelil vse aktivnosti in potrebne ukrepe za zagotavljanje gospodarne in varne izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja rudišča. Pripravil ga je IBE, Elektroprojekt Ljubljana.

Prenehanje izkoriščanja uranove rude se bo izvedlo na osnovi projektov štirih tehnično in tehnološko ločenih delov:

- projekt za trajno prenehanje pridobivanja uranove rude s trajnim zavarovanjem okolja pred posledicami pridobivanja
- projekt za trajno prenehanje proizvodnje uranovega koncentrata s trajnim zavarovanjem okolja pred posledicami proizvodnje uranovega koncentrata
- projekt za trajno prenehanje obratovanja jalovišč HMJ in jamske jalovine s trajnim zavarovanjem okolja pred posledicami odlaganja in deponiranja
- nadzor vplivov na okolje po izvedbi trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude

Vlada je Program obravnavala in sklenila, da je potrebno program popraviti in dopolniti. Dopolnjen program bo izdelan v letu 1994.

3.3.3. Varstvo pred ionizirajočimi sevanji

V RŽV je samostojna Služba za varstvo pred sevanji. V njej delajo trije delavci. Njihova naloga je meriti radioaktivna sevanja na območju rudnika, meriti radioaktivne emisije (tekoče in plinaste), obračunavati efektivne doze delavcem, voditi ustrezno evidenco, ter nadzirati izvajanje predpisanih varstvenih ukrepov.

V jamskih prostorih se meri predvsem koncentracija radonovih kratkoživih potomcev na aktivnih deloviščih. Z meritvami in ustreznim ukrepanjem se zagotavlja, da delavci ne delajo v jamskih prostorih pri koncentracijah PAEC (koncentracija potencialne alfa energije), ki bi bile škodljive njihovu zdravju. Ker so dela potekala predvsem v glavnih transportno zračilnih progah in blizu vstopnih zračilnih odprtih, so bile izmerjene koncentracije v letu 1993 zelo nizke. Povprečna vrednost PAEC je bila le $0,62 \mu\text{J}/\text{m}^3$ (0,03 WL).

Efektivno dozo zaradi sevanja gama merijo s termoluminiscentnimi dozimetri.

V Predelovalnem obratu je predvsem nevarnost vnosa urana v telo z inhalacijo in ingestijo, še posebno pri demontaži opreme in dekontaminaciji. Vnos urana v telo se kontrolira s preiskavo vzorcev urina. V letu 1993 ni bila izmerjena koncentracija urana v urinu nad detekcijsko mejo.

Vsa oprema, ki gre iz območja RŽV, se izmeri glede površinske kontaminacije in se jo evidentira. Z območja RŽV sme iti samo oprema, ki se sme uporabljati brez vsakršnih omejitev.

3.3.4. Doze delavcev

V letu 1993 je bila efektivna doza obračunana za 78 delavcev RŽV. Najvišja obračunana efektivna doza posameznika je bila 1,71 mSv (ozadje je odšteto), kar predstavlja 3,4 % mejne vrednosti 50 mSv. Kolektivna efektivna doza v letu 1993 je bila 0,050 človekSv oziroma povprečna doza 0,65 mSv.

Glavni prispevek k dozi je inhalacija radonovih kratkoživih potomcev in le v manjši meri sevanje gama. Tako je bila izmerjena za posameznika najvišja doza zaradi zunanjega sevanja 0,17 mSv. Vzrok za nizke doze je ustavitev del v jamskih prostorih za 4 mesece in pa delo v dobro zračenih prostorih.

3.3.5. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici RŽV

Redni radiološki nadzor RŽV se opravlja po letnem programu. Vsebuje nadzor plinastih in tekočih izpustov, ki ga opravlja Služba za varstvo pred sevanji ter neodvisen nadzor vnosa radionuklidov v širše okolje - imisije, ki ga opravljata pooblašteni organizaciji Institut Jožef Stefan in Zavod RS za varstvo pri delu.

Nadzor emisij kaže počasno zmanjševanje aktivnosti v izpustih, vendar brez ustrezne sanacije ni pričakovati znatnega znižanja. Emisije so še vedno istega velikostnega razreda kot v času rudarjenja.

Leto 1993 je bilo zelo sušno, saj je v poletnih mesecih presahnil potok Todraščica v dolžini 100 m nad vtokom v Brebovščico in sama Brebovščica v dolžini 600 m in to 1 km pod Todražem pri kmetiji Homec. Posledica suše so bile tudi manjše emisije v okolje.

Program meritev nadzora radioaktivnosti v okolju RŽV je v letu 1993 obsegal merjenja radona in njegovih kratkoživih potomcev v ozračju, merjenja specifičnih aktivnosti dolgoživih naravnih radionuklidov uran-radijeve razpadne vrste v zračnih delcih, meritve urana, radija in drugih dolgoživih radionuklidov v površinskih vodah, v sedimentih, v vodni bioti, v hrani in krmi, v zemlji ter merjenje zunanjega sevanja gama v življenjskem okolju.

Koncentracije dolgoživih radionuklidov v prašnih delcih zraka v okolici rudnika so bile v 1993 enake referenčnemu nivoju in niso presegle nivoja ozadja.

Rezultati za leto 1993 (prispevek RŽV je ocenjen na 6,6 Bq/m³) kažejo, da ostaja povišanje koncentracij radona v okolici RŽV na podobni ravni kot prejšnja leta. Meritve so potrdile, da na koncentracije radona v dolini vplivajo bistveno le nižinski viri emisij, predvsem odlagališče Jazbec in prezračevalna podkopa P-10 in P-11 v poletnih mesecih, če glavno jamsko prezračevanje

ne obratuje.

Radioaktivnost površinskih voda in sedimentov se je v letu 1993 precej zmanjšala. Tako so povprečne koncentracije v Brebovščici v letu 1993 bile: za uran 17 mg/m³ (preje od 20-25 mg/m³) in 7,3 Bq/m³ za radij-226 (preje 10-15 Bq/m³). Zmanjšanje je verjetno predvsem posledica dolgotrajne suše. Pričakovati je, da se bo vsebnost radionuklidov v vodi in sedimentih zmanjšala šele, ko bodo odlagališča ustrezno prekrita in sanirana ter izvori vode v jami kanalizirani.

Meritve radioaktivnosti so šele v tretjem letu po ustavitvi rudarjenja v RUŽV pokazale delno zmanjšanje vpliva na okolje. Najpomembnejši vir radioaktivnega onesnaževanja okolja še vedno ostaja radon s svojimi potomci.

Na osnovi rezultatov meritev v okolju RŽV je bila izračunana dodatna obremenitev posameznika iz kritične skupine zaradi posledic rudarjenja. Ta znaša v letu 1993 0,29 mSv in je približno enaka kot v letu 1992. Posamezni prispevki so podani v tabeli 14.

Prejeta efektivna doza je precej nižja od primarne mejne vrednosti 1 mSv na leto za celotno življenjsko obdobje, kot jo predpisuje še veljavni zvezni pravilnik o mejah doz (Ur. l. SFRJ, 31/87) in mednarodna priporočila ICRP 60 (1990). Dobljena vrednost predstavlja okoli 6 % povprečne obremenitve okoliških prebivalcev od naravnega sevanja v tem okolju.

Tabela 14: Realistična ocena prispevka k efektivni dozi za referenčnega človeka v okolici RŽV zaradi rudarjenja v letu 1993 (v μ Sv) - ozadje ni upoštevano

1.1. zaradi vnosa z dihanjem (inhalacija)	
- aerosoli z dolgoživimi radionuklidi	
U, Ra-226, Pb-210	1 μ Sv
- samo Rn-222	4
- Rn kratkoživi potomci	222

delna vsota za inhalacijo	227
1.2. zaradi vnosa s hrano in vodo (ingestija)	
- U, Ra-226, Pb-210, Th-230 v vodi	0
- ribe	{ 5
- kmetijski pridelki	{ 5

delna vsota za ingestijo	55
2. zunanje obsevanje	
- sevanje Rn-222 in potomcev	3
- dolgoživi radionuklidi	-
- v bližnji okolici odlagališč	5

delna vsota	8
skupni prispevek RŽV k efektivni dozi (brez ozadja)	290 μ Sv/leto

3.6.. Izobraževanje kadrov

Delavci RŽV so se s posredovanjem RUJV udeležili dveh seminarjev, ki sta bila organizirana v okviru Mednarodne agencije za atomsko energijo:

- Uporaba podatkov in tehnik raziskovanja urana pri študijah okolja, Dunaj, 9. do 12. oktobra 1993
- Novejši razvoj na področju virov in zalog urana, Dunaj, 24. do 28. maja 1993

4. DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI

V letu 1993 so v Sloveniji delale tri misije strokovnjakov iz področja jedrske varnosti:

- Misija OSART (Skupina za oceno obratovalne varnosti) Mednarodne agencije za atomsko energijo od 5. do 23. julija;
- ICISA (Mednarodna komisija za neodvisno analizo varnosti. Jedrske elektrarne Krško) je nadaljevala svoje delo začeto v 1993 in izdala končno poročilo koncem oktobra 1993;
- Preiskovalna misija Komisije Evropskih skupnosti, ki je od 24. do 28. maja ocenjevala usposobljenost upravnih organov, ki nadzorujejo Nuklearno elektrarno Krško in zakonodajo iz tega področja.

Namen teh misij je bil ocenitev varnosti jedrske elektrarne v Krškem in upravne organiziranosti za njen nadzor ter izmenjava mednarodnih izkušenj iz tega področja.

Misije so zaključile svoje delo z izdelavo poročil Vladi Republike Slovenije v katerih s predstavljene ugotovitve strokovnjakov in podani predlogi, kako še izboljšati obratovanje elektrarne in delo upravnih organov ter s tem prispevati k jedrski varnosti.

Poročili OSART in ICISA se le malo prekrivata. Medtem, ko je OSART delal po izdelanem pravilniku, ki je osnovan na svetovnih izkušnjah in je ocenjeval kvaliteto obratovanja s stališča jedrske varnosti, pa se je ICISA posvetila predvsem oceni projekta. Priporočila in predlogi OSART-a se večinoma nanašajo na povsem določene korektivne dejavnosti in izboljšave pri obratovanju in vzdrževanju elektrarne. Priporočila in predlogi ICISA pa zahtevajo večinoma obsežnejše študije, ki bi dokazovale varnost izbranih projektnih rešitev in izvedb v NE Krško. Misija Komisije Evropskih skupnosti pa je ocenjevala samo usposobljenost in delovanje upravnih organov, ki nadzorujejo jedrske objekte in zakonodajo iz tega področja.

Poročila priporočajo določene popravke, izboljšave in modifikacije na opremi, sistemih, pri obratovanju in pri spremljajočih dejavnostih. Nobeno od poročil pa v svojih ocenah ne ugotavlja kritičnih pomanjkljivosti, ki bi zahtevale prenehanje obratovanja elektrarne. Sodeč po ugotovitvah in priporočilih misij jedrska elektrarna v Krškem ne odstopa po tehnologiji, vplivu na okolje, kadrih, vodenju obratovanja in zavzetosti za varnost od jedrskih elektrarn zahodnega tipa. Priporočila misij bodo koristno dopolnilo in usmeritev dejavnosti, ki stalno potekajo v elektrarni in v Republiški upravi za jedrsko varnost (RUJV) v smislu izboljševanja varnosti. Vse misije pa so ugotovile velik pomen finančnih težav, v katerih se nahaja elektrarna.

Poročila vseh treh misij so v angleškem originalu javno dostopna v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani, v Univerzitetni knjižnici v Mariboru ter v Centralni tehniški knjižnici Univerze v Ljubljani.

4.1. MISIJA OSART MEDNARODNE AGENCIJE ZA ATOMSKO ENERGIJO

Misijo OSART je sestavljalo 12 strokovnjakov iz Braziliije, Nemčije, Nizozemske, Španije, Velike Britanije in ZDA. OSART misija je vključila tudi predstavnike IAEA z Dunaja ter opazovalce s Filipinov, Romunije in Slovaške. V treh tednih, od 5. do 23. julija, so pregledali in ocenili vsa področja dejavnosti jedrske elektrarne, ki so pomembna za varno in zanesljivo obratovanje, in sicer:

1. Organizacija in vodenje;
2. Izobraževanje kadrov in usposobljenost;
3. Obratovanje;
4. Vzdrževanje;
5. Tehnična podpora;
6. Zaščita pred sevanji;
7. Kemija;
8. Načrtovanje ukrepov in pripravljenost v sili.

OSART misija je izvršila pregled na prošnjo R Slovenije in je nadaljevanje sodelovanja med IAEA in Slovenijo za povečanje obratovalne varnosti jedrskih elektrarn. Pregled je bil podoben tistemu, ki ga je OSART misija izvedla v krški jedrski elektrarni že leta 1984.

OSART misija ne opravlja finančnega pregleda, niti pregleda projekta, in tudi ne celovite ocene jedrske elektrarne, temveč zagotavlja deželi gostiteljici, upravnemu organu in elektrarni objektivno oceno stanja tistih področij, ki so pomembni za obratovalno varnost glede na mednarodne obratovalne standarde. OSART pregled je tudi dal odlično možnost članom misije in njihovim sogovornikom iz NE Krško za celovito izmenjavo informacij o delujoči elektrarni in delovnih postopkih kot tudi o tehničnih zadevah.

Zaključki pregleda temeljijo na znanju in izkušnjah, ki jih imajo sodelujoči strokovnjaki o najboljši mednarodni praksi. Vsi rezultati tega pregleda kažejo, da se je vodstvo krške jedrske elektrarne obvezalo, da izboljša celovito učinkovitost in zagotovi zadovoljivo stopnjo varnosti v jedrski elektrarni. OSART misija je opazila, da je bil po obisku OSART misije za pregled izvajanja priporočil (follow-up mission) leta 1990 dosežen pomemben napredek. Skupina je ugotovila vrsto hvalevrednih (priporočljivih) odlik v programu jedrske elektrarne, kot npr.:

- NE ima izobraženo in izkušeno ter zelo vneto vodstveno skupino in osebje, ki je dovzetno za spremembe in za delo s ciljem doseči boljšo varnost in obratovanje.
- Močna skupina operaterjev, ki kažejo ustrezen konzervativen pristop glede varnosti in vzdrževanja strogega nadzora nad aktivnostmi obratovanja in vzdrževanja.
- Organizacija elektrarne, dokumentacija in postopki jasno določajo odgovornosti in postopke in zagotavljajo ustrezen sestav za učinkovit nadzor nad aktivnostmi elektrarne.
- Vodstvo elektrarne ima znanje in izkušnje in v veliki meri sledi

mednarodnim izkušnjam in strokovnemu znanju pri iskanju in izvajanju pobud za boljšo učinkovitost in varnosti. Na primer, elektrarna je glede na mednarodne kazalce o uspešnosti obratovanja pokazala zelo dobro obratovanje.

- Obstajata tudi močan program nadzora vplivov na okolje in visoka motivacija za zaščito prebivalstva. To se odraža do določene mere v nizki kolektivni izpostavljenosti sevanju zaposlenih in v nizkih stopnjah tekočinskih izpustov.

Za uresničitev enega glavnih ciljev OSART programa je skupina oblikovala predloge, ki naj bi jim vodstvo elektrarne v prihodnje posvetilo pozornost in bi služili za nadaljnje izboljšanje operativnih postopkov. Ti predlogi so predvsem namenjeni za spodbujanje vodstva in osebja elektrarne k preučevanju načinov za izboljšanje že obstoječih programov in še učinkovitejšem obratovanju. Predlogi vključujejo naslednje:

- zavezanost k varnosti naj bo še močnejša na področjih varstva pri delu, protipožarne zaščite in z dokončanjem ter demonstracijo celovitega načrta ukrepov za primer jedrske nezgode. Dodaten poudarek naj bo tudi na jedrski varnosti, tako da bi program pravila in iniciativ s področja jedrske varnosti razdelili med zaposlene, ki bi vsakega člana kolektiva seznanili z varnostno kulturo.
- Interno nadzorovanje in ocenjevanje aktivnosti elektrarne naj bi se izboljšalo z uvedbo nadzornega programa zagotovitve kakovosti, spremljanjem učinkovitosti na različnih področjih, z natančnejšo uporabo tehnik analize temeljnih vzrokov in primerjanjem rezultatov z zunanji organizacijami.
- Vrsta zapaženih pomanjkljivosti nakazuje potrebo po povečani prisotnosti in vključenosti vodij v vsakdanje aktivnosti elektrarne. Na primer, področja, kjer bi vodje lahko zagotavljali usposabljanje na delu ali izboljševanju učinkovitosti, vključujejo varnost pri delu in analize v kemijskem laboratoriju.
- Finančni problemi obstajajo, izgleda, zaradi zmanjšanega dotoka sredstev. Sedanji vpliv tega se kaže predvsem v prostih delovnih mestih in odvratanju pozornosti glavnega vodstva od drugih pomembnih aktivnosti elektrarne. Seveda pa, če se bo to nadaljevalo, lahko takšno pomanjkanje finančne podpore vpliva na sedanje iniciative za izboljšave in končno na učinkovito in varno obratovanje elektrarne.

V krški elektrarni obstaja odgovornost za varnost, kakor tudi pripravljenost za izboljšave. Izvajanje OSART-ovih priporočil in predlogov bo prispevalo k nameri vodstva elektrarne, da vzdržuje in povečuje varno obratovanje elektrarne.

V poročilu so strokovnjaki OSART-a ocenili posamezna področja dejavnosti in predlagali priporočila in predloge za nadaljnje izboljšanje varnosti in zanesljivosti elektrarne. Pohvale - dobre izkušnje, ki jih OSART uporabi pri svojem nadaljnjem delu, pa so v poročilu predstavljene kot dobra izvedba ali kot dobra praksa. V poročilu so 103 priporočila, 63 predlogov ter 21 pohval.

1. Na področju **organizacije in vodenja** je komisija dala 21 priporočil in predlogov iz: varstva pri delu, zagotovitve kakovosti in varnostne kulture.

Predlagani ukrepi so: seznanjanje osebja z varnostnimi principi in cilji, izdelava dodatnih dokumentov za upravljanje, postavljanje ciljev uspešnosti dela, analiziranje stanja po področjih, analiza zamud in prioriteta pri izvedbah modifikacij, uvedba novih delovnih skupin.

Pohvale so 4 in se nanašajo na način organiziranosti tehničnega sektorja in inženiringa ter na kontrolo dokumentov.

2. Na področju **izobraževanja kadrov in usposobljenosti** je skupno 19 priporočil in predlogov iz: organizacije in delovanja ter sredstev in kadrov izobraževanja reaktorskih operaterjev, vzdrževalnega osebja, osebja tehnične podpore, radiološke zaščite, kemije, vodstvenega osebja in iz splošnega izobraževanja zaposlenih.

Predlagani ukrepi so: izboljšave programov in planov izobraževanja pomembnih profilov, poudarjena je potreba po urejanju izobraževanja na delovnem mestu, periodično vrednotenje in dopolnjevanje kadra za izobraževanje, potreba po lastnem, za NE Krško specifičnem, simulatorju elektrarne.

3. Na področju **obratovanja** je v poročilu 23 predlogov in priporočil iz: organizacije in delovanja, ustreznosti prostorov in pripomočkov operaterjev, obratovalnih navodil in postopkov, zgodovine in izvajanja del, obvladovanja nesreč in protipožarnega programa.

Ti obravnavajo dopolnitve in izboljšave navodil in napisanih postopkov, preglede in analize dogodkov in upoštevanje izkušenj iz teh, izboljšavo delovnega okolja, reda in čistoče, izboljšave označevanja naprav, dopolnitev komunikacijskih zvez. Posebej je poudarjena požarna varnost, plani, postopki in dopolnitev požarnih alarmnih sistemov.

Pohvale so 4 in se nanašajo na: dobro prakso izbora kadrov za vodilna mesta izmed inženirjev z licenco glavnih reaktorskih operaterjev, na dobro ureditev postopkov za obratovanje v nenormalnih stanjih in v sili, na zagotavljanje alternativnih metod za oskrbo s hladilno vodo sekundarnega kroga, na dodatno periodično usposabljanje na inženiring simulatorju.

4. Na področju **vzdrževanja** je skupno 17 priporočil in predlogov iz: organizacije in delovanja vzdrževalne službe, programa vzdrževanja stanja materiala, prostorov in opreme, nadalje iz postopkov, zapisov in zgodovine vzdrževanja, izvajanja del in nadzora, preventivnega, napovednega in korektivnega vzdrževanja, iz pregledov med obratovanjem, skladiščenja in upravljanja remonta.

Priporočila in predlogi se nanašajo na: kadrovske zahteve, označevanje opreme, uvedbo dodatnih pokazateljev uspešnosti vzdrževanja, nadzor nad kalibracijo naprav, varstvo pri delu, upravljanje z zapisi vzdrževanja, nadzor nad nedovoljenimi materiali, nadzor veljavnosti revizij pisnih postopkov, izboljšave pri vzdrževalnih delih, oskrbo z rezervnimi deli.

Pohval je 6: Ukrepi omejene veljavnosti (60 dni) za delovne in nadzorne postopke remonta, da se prepreči uporaba zastarelih, uvedba premičnega

časovnega plana vzdrževalnih del za uspešno koordinacijo med službami, uvedba sistemskega inženirja, uporaba liste potrebnih vzdrževalnih del, 100% pregledi U-cevi uparjalnikov in pregledi zvarov v reaktorski posodi v okviru pregledov med obratovanjem, uvedba tedenskega načrta del v remontih, ki temelji na varnostni analizi v remontnem stanju.

5. Na področju **tehnične podpore** je skupno 17 priporočil in predlogov iz področja: organizacije in delovanja, programa nadzornih preskusov, uporabe obratovalnih izkušenj in spremljanja varnostnih pokazateljev, modifikacij v elektrarni, reaktorske tehnike, ravnanja z gorivom, računalniške zmožnosti.

Priporočila in predlogi se nanašajo na odobritev dveh postopkov, ki urejata preverjanje ustreznosti zahtev v nadzornih postopkih in na dopolnitev postopkov nadzornih preskušanj s kriteriji sprejemljivosti za izvedbo preskusa, na nadzor prenosnih merilnih naprav, izdelavo postopkov za preskušanje v različnih stanjih obratovanja, na izboljšavo časovnega planiranja nadzornih preskušanj, na izdelavo programa za izrednotenje rezultatov preskušanj in izboljšavo programov, ustanovitev neodvisne skupine za periodično oceno rezultatov preskušanja.

Nadalje se nanašajo na: pregled izvršitve popravnih ukrepov, ki izhajajo iz dogodkov pred novembrom 1993, razširitev obravnave odstopanj z namenom izboljšave varnosti elektrarne, pogostejše poročanje o dogodkih iz NEK v INPO (Institute of Nuclear Power Operations - Inštitut za obratovanje jedrskih elektrarn) in WANO (World Association of Nuclear Operators - Svetovno združenje obratovalcev jedrskih objektov), zahtevo naj varnostni odbor (KSC - Krško Safety Committee) v NEKu pregleduje varnostne indikatorje, zahtevo po reviziji postopkov za modifikacijo, tako da bo vloga KSC pri odobritvi modifikacije upoštevana, izboljšava podatkov potrebnih za planiranje in določitev prioritete modifikacij. Nadalje se nanašajo na: odobritev postopka ugotavljanje odpovedi na gorivu, izboljšavo za določitev pozicije stroja pri menjavi goriva, pregled postopkov za ugotavljanje poškodovanega goriva, uvedbo preglednega spiska opreme za vse aplikacije.

Pohvale so 4: zahteva za licenco na pomembnih delovnih mestih tehnične podpore, uvedba postopka za poročanje manjših napak, pregledi do sedaj izvedenih modifikacij za ugotavljanje izvedenega stanja, postopki za informiranje pri upravljanju in vodenju so dobro opisani in zagotavljajo efekten in uspešen sistem podatkov.

6. Na področju **varstva pred sevanji** je komisija izdala skupno 24 priporočil in predlogov iz: organizacije in upravljanja, izpostavljenosti sevanju in dovoljenj za delo v področju sevanja, izpostavljanja notranjemu sevanju, zaščite pred sevanjem, instrumentacije opreme in prostorov, osebne dozimetrije, radioaktivnih odpadkov, merjenja efluentov, nadzora okolja, podpore varstva pred sevanjem za primere v sili. Priporočila in predlogi se nanašajo na: neposreden dostop vodje radiološke zaščite do glavnega direktorja in upravnega organa, uporabo novih standardnih merskih enot, omejitev posebnih kontroliranih področij s fizičnimi preprekami, postavitve zahteve po menjavi obleke in čevljev po delu v področju visoke kontaminacije, razvijanje programa radiološke zaščite izven kontroliranega področja, inštaliranje sistema za meritve v izpustu iz ventilacije pomožne zgradbe, izboljšavo opleska sten zaradi uspešnosti dekontaminacije, določanje posebnih področij za zbiranje materiala in opreme, pospešitev montaže

sistema vzorčenja po nezgodi (PASS), prehod na SI enote pri merskih napravah, analizo ustreznosti pralnice za dolg remont ali primere v sili, povečanje kapacitet in izboljšava pogojev v garderobah, ognjevarni prostor za kalibracijo in radioaktivne izvore sevanja, kalibriranje instrumentov za merjenje nevtronskih doz pri zunanji organizaciji, zahtevo za bolj kritično analizo doz, nadzor korozije in erozije na sodih RAO, program zmanjševanja količine proizvedenih trdnih radioaktivnih odpadkov, zagotovitev obratovalne sposobnosti naprav pri betoniranju in kompaktiranju trdnih odpadkov, zmanjševanja količine proizvedenih tekočih radioaktivnih odpadkov iz kaluže uparjalnikov, instalacija merilca inverzijskega sloja v atmosferi, vaje in preveritev osebja radiološke zaščite za primere v sili.

Pohvala je ena: usposabljanje in izpiti za osebje elektrarne in pogodbenikov na področju varstva pred sevanjem.

7. Na področju **kemije** je skupno 27 predlogov in priporočil iz: organizacije in delovanja službe za kemijo, kemične obdelave, zamisli uporabljenih materialov, kopičenja aktivnosti in korozije, programiranja nadzora na področju kemije, postopkov za delo, zgodovine obratovanja in dokumentiranja rezultatov, stanja laboratorijev, opreme in instrumentov, iz kontrole kakovosti in kemikalij za obratovanje, radiokemičnih meritev na vzorcih okolja in na radioaktivnih odpadkih.

Priporočila in predlogi se nanašajo na: usposobitev tehnika za radiokemijo in tehnika za kalibracijo, dopolnitev in izvedbo programa usposabljanja, uvedbo postopka za zaščito opreme in sistemov, kadar ne obratujejo, nabava sistema za avtomatično vzorčenje napajalne vode, ukrepi za boljše razumevanje postopkov, izboljšave pri kemičnih analizah za doseg točnejših rezultatov in uvedbo dodatnih testov in kontrol, posebno za pripravo vode, da se zmanjša korozija, izboljšavo ali nabavo in zagon novih boljših instrumentov, izboljšavo prikazovanja podatkov kemije, čimprejšnjo vgraditev sistema vzorčenja po nesreči (PASS), ukrepi za red in nadzor nad kemikalijami v elektrarni, vključno skladiščenje, analize dizelskega goriva pred natakanjem v rezervoarje, sodelovanje v neodvisnem interkomparacijskem programu analiz radioaktivnih vzorcev.

Pohvala je ena: možnost poklica dežurnega kemika izven rednega delovnega časa.

8. Na področju **načrtovanje ukrepov in pripravljenosti v sili** je skupno 19 predlogov in priporočil iz: planiranja, izdelave postopkov, stanja prostorov, opreme in sredstev za ukrepanje v sili na lokaciji in zunaj lokacije elektrarne, iz usposabljanja vadbe in vaj za primere v sili, povezava z javnostjo in mediji.

Priporočila in predlogi se nanašajo na: aktivnosti zagotovitve kakovosti pri izdelavi načrta za pripravljenost v primeru nesreče, dokumentiranje komentiranja in pregleda načrta s strani upravnih organov, na nujnost, da se obravnava v načrtu tudi ogrožanje s klorom, vgradnjo detektorja klora, koordinacijo programa ukrepov v primerih jedrske nesreče, ki ga ima elektrarna in zunanjega programa, periodično revidiranje načrta in pripadajočih postopkov, navodila za nadzor kontaminacije osebja in področij, dopolnjevanje postopkov iz spiska načrta, zagotavljanje razpoložljivosti in delovanja opreme in sredstev za ukrepanje v sili, vključno zdravniško oskrbo, prostore in opremo za zdravstveno pomoč na lokaciji, vgraditev PASS in monitorja v glavnem izpustu iz ventilacije, definicijo pristojnosti za odločanje

izvedbe priporočenih zaščitnih ukrepov, odobritev postopkov za usposabljanje in vadbo, program periodičnega preverjanja osebja v primeru nesreče v rednem delovnem času, upoštevanje izkušenj iz usposabljanja v letih 1993 in 1993 v postopkih, izdelavo postopka za odnos z javnostjo in mediji.

Pohvala je ena: razpoložljivost dveh skupin za prvo pomoč na elektrarni.

Izvajanje priporočil

V času pisanja poročila je bilo od skupno 167 uresničenih že 50 priporočil. Večina teh nalog je bila v času misije OSART že v zaključni fazi izvedbe in so bile do sedaj dokončane. Po programu je načrtovano, da bo v letu 1994 uresničenih 84 priporočil, v letu 1995 25 priporočil, v letu 1996 6 priporočil in v letu 1997 eno priporočilo. Pri enem priporočilu (simulator elektrarne) je rok odvisen od sprejetja dolgoročne strategije do NEK.

4.2 MEDNARODNA KOMISIJA ZA NEODVISNO ANALIZO VARNOSTI JEDRSKE ELEKTRARNE KRŠKO - ICISA

Vlada Republike Slovenije je na svoji 164. seji dne 9. aprila 1993 ustanovila Mednarodno komisijo za neodvisno oceno varnosti jedrske elektrarne Krško - ICISA (*kratica po angleškem prevodu*) z enoletnim mandatom. K sodelovanju je Vlada povabila sosednje države Avstrijo, Hrvaško, Italijo in Madžarsko.

Komisiji je predsedoval predstavnik iz Republike Slovenije prof. Sergej Bubnov, vsaka država pa naj bi bila zastopana največ z dvema članoma, katerih stroške bi krila vsaka sodelujoča vlada. Vendar sta na sodelovanje v ICISA pristali le vladi Republike Avstrije - člana dr. Wolfgang Kromp in g. Emmerich Seidelberger in Republike Italije - člana dr. Tito Sanò in dr. Antonio Madonna. Člana iz Republike Slovenije sta bila dr. Andro Alujevič in g. Ivan Tomše.

Ker je že na samem začetku prišlo zaradi organizacijskih problemov do zakasnitve in ker si je komisija zadala zelo obširno delo, je ICISA zaprosila za podaljšanje mandata preko enega leta. O zahtevi je vlada Republike Slovenije razpravljala na 26. seji dne 14. maja 1993 in sprejela sklep, da naj komisija pripravi končno poročilo o varnosti jedrske elektrarne v Krškem do 1. novembra 1993 in ga predloži vladi Republike Slovenije.

Za oceno varnosti je ICISA oblikovala tri delovne skupine (WG, *po angleškem izrazu "working group"*):

- WG1 procesni sistemi, ki ji je predsedoval zunanji ekspert prof. dr. Miha Tomšič
- WG2 geologija, seizmika in potresno inženirstvo, ki ji je predsedoval zunanji ekspert prof. dr. Stanko Buser,
- WG3 vprašanja okolja, ki ji je predsedoval prof. dr. Andro Alujevič.

Splošni zaključki

Osebe elektrarne, s katerim je ICISA pri svojem delu sodelovala, je naredilo vtis, da ima dobro raven tehnične izobrazbe, uporabno znanje angleščine in da svojim nalogam posveča stalno pozornost in zanimanje.

Splošno gospodarjenje z objektom je naredilo vtis urejenosti na tistih področjih, ki jih je ICISA videla. Razpored objekta je takšen, da nudi veliko prostega prostora okrog opreme v pomožni zgradbi za vzdrževanje in nadzor.

V elektrarni se trenutno vlaga velike napore v revizijo in preureditev dejavnosti na področju vzdrževanja in nadzora, kot tudi v vzpostavitev polno razvitega inženiringa.

Sedanjo varnost JE Krško in njenega delovanja je treba izboljšati. Še posebno je treba v celoti upoštevati sedaj veljavna ameriška pravila za dograjevanje in zahteve po izboljšavah; problem seizmične varnosti (vpliv lokacije in trdnost objekta) mora biti dokončno ocenjen; pregledati je treba zaščito objekta pred drugimi zunanjimi dogodki ter zagotoviti polno izpolnjevanje inženirske funkcije in funkcije zagotovitve kakovosti v elektrarni. V ta namen bi morala biti tudi zagotovljena stabilna in ustrezna finančna situacija NEK.

Za zagotovitev potrebnih izboljšav varnosti je treba izvesti več ukrepov. ICISA meni, da se to lahko doseže tako, da se potrebne varnostne ukrepe (tako oceno varnosti kot izboljšavo objekta) pravilno definira, planira, izvede in zaključi pod nadzorom ter z upoštevanjem zahtev organa za jedrsko varnost RUJV.

Specifični problemi pri varnosti, ki se jih je treba lotiti in rešiti, nekatere celo kratkoročno, so bili določeni in zapisani. Nanašajo se na:

- institucionalne in organizacijske vidike NEK in RUJV
- vpliv potresnih predpostavk in protipotresnega projektiranja
- druge zunanje vplive
- sisteme in komponente objekta
- obratovanje elektrarne
- proces dograjevanja in upravnih postopkov
- vpliv na okolje
- načrti za primer nevarnosti in pripravljenost nanjo.

Posebni zaključki

1. Obdobje prehoda, po osamosvojitvi Slovenije in Hrvaške (oba sta lastnika objekta), in sedanje težave hrvaškega gospodarstva vplivata ne samo na institucionalni status NEK, ampak tudi na finančno stanje podjetja (za odgovor na konkretno vprašanje glede tega, je NEK napotila ICISA na Vlado). Finančni problemi bi lahko postali tudi varnostni problemi, če bi se zaradi zamud pri izpolnjevanju proračunskih zahtev, upočasnila izvedba določenih varnostnih ukrepov na objektu za daljši čas.

2. Kar zadeva aktivnosti upravnega nadzora, ki ga opravlja RUJV, se opaža omejitve glede števila osebja (tako za inšpekcijo kot analize) in proračunskih sredstev RUJV, kakor tudi nekatere nejasne razmejitve pristojnosti in odgovornosti med različnimi upravnimi organi. Prav tako je moč vplivanja RUJV zmanjšana z obstoječimi zakoni, ki dovoljujejo administrativne prizive NEK proti odločitvam RUJV.

3. NEK se nahaja na potresno aktivnem področju, kjer bi lahko močni potresni sunki ogrozili varnost objekta. Ker trenutno vhodni parametri nihanja

tal še niso dovolj dobro določeni, bi bile kljub temu, da je objekt projektiran za talni pospešek do 0.3 g, potrebne nadaljnje geološke in seizmološke raziskave. Končni cilj teh raziskav je po metodi verjetnostne varnostne analize in na podlagi izračuna dinamičnega odziva objektov nuklearnega otoka, določiti kritična mesta, kjer bi potres morebiti povzročil poškodbe objektov in/ali opreme.

4. Raziskava ICISA na lokaciji objekta je odkrila naslednje:

- a) poplavni nivo je lahko potencialno višji kot tisti, ki ga je določilo "Končno varnostno poročilo" (Final Safety Analysis Report - FSAR). Potrebna je ponovna ocena hidrologije lokacije in poplav;
- b) količina klora, ki se nahaja ali se ga prevaža v bližini objekta (papirnica in železnica) predstavlja nevarnost, proti kateri objekt ni primerno zaščiten.

5. Čeprav zasnova sistema za varnostno vbrizganje (Safety Injection System), v času projektiranja objekta ni bila edinstvena v projektih "Westinghousovih tlačno vodnih reaktorjev" (Westinghouse Pressurized Water Reactor - W-PWR), je vidna velika odvisnost med "Visokotlačnim sistemom za varnostno vbrizganje" (High Pressure Safety Injection System) in "Nizkotlačnim sistemom za odvajanje preostale toplote" (Low Pressure/Residual Heat Removal - RHR). Še zlasti med fazo visokotlačne recirkulacije izgleda, da je funkcija varnostnega vbrizganja manj zanesljiva.

6. Na nekaterih mestih objekta niso upoštevane zahteve za ločevanje in ločitev redundantnih linij električnega sistema (npr. kablov) med seboj ali varnostnega od ne-varnostnega dela.

7. Dograjevanje varnosti objekta v skladu z upravnimi zahtevami je nepopolno in zamuja glede na naslednje:

- a.) zahteve "Post-TMI" (po nezgodi na Otoku treh milj) so samo delno izvedene (NUREG 0737);
- b.) potreben pregled objekta zaradi "Pričakovanega prehodnega pojava brez hitre zaustavitve" (Anticipated Transients Without Scram - ATWS) še ni bil opravljen;
- c.) študija za primer "Popolne zatemnitve objekta" (Total Station Blackout) je sicer narejena, pa je RUJV še ni pregledal in odgovarjajoči ukrepi še niso bili izvedeni;
- d.) analize specifične reakcije objekta na "Nezgodo z izgubo hladiva ob majhnem zlomu" (Small Break Loss of Coolant Accident) in za način "Hlajenja z izpuščanjem in napajanjem" (Feed and Bleed Mode of Cooling - B&F) izgleda, da tudi niso ustrezne;
- e.) na objektu ni bila dosegljiva specifična ocena NEK za problem razredčenja bora v primeru nesreče (npr. izguba hladiva ob majhnem zlomu s protitočno kondenzacijo (reflux condensing)).

8. Projekt glavne kontrolne sobe ni bil preverjen, kot to zahtevajo pravila post-TMI, ima pomanjkljivosti v smislu človeškega faktorja. Izgleda, da kontrolno mesto objekta (komandna plošča za vročo ugasnitev), v primeru nedostopnosti do glavne kontrolne sobe, ni primerno s stališča funkcionalnosti in razporeditve.

9. Oceni efektivne tesnosti zadrževalnega hrama med delovanjem ni

posvečena nobena posebna pozornost.

Na objektu ni bila dosegljiva nobena posebna obravnava problematike "Hude nezgode" (Severe Accident). V tem smislu je bilo tudi ugotovljeno, da instrumenti, ki se zahtevajo z Post-TMI za merjenje visokih pritiskov in koncentracije vodika v zadrževalnem hramu (potrebni za opazovanje napredovanja resne nezgode), še niso bili vgrajeni.

10. Izgleda, da je stanje materiala za reaktorsko posodo zadovoljivo, medtem ko je degradacija cevi za uparjevalnike tolikšna, da lahko le zamenjava uparjevalnikov stanje izboljša.

Poleg tega je videti, da splošni ukrepi za nadzor stanja materiala varnostnih komponent niso ažurirani.

11. Na objektu še ni dosežena celovita in učinkovita integracija vzdrževanja, inženiringa in zagotovitve kakovosti. To predstavlja pomembno temo, upošteva povečanje aktivnosti (nadzor, vzdrževanje, nadzor projektiranega stanja varnostnih sistemov in komponent, nabavljanje in zamenjave) zaradi staranja, obrabe sistemov in komponent ter sprememb objekta.

12. Pretekle izkušnje NEK so pokazale primere, kjer so se spremembe objekta v zvezi z varnostjo odobravale s časovno zakasnitvijo glede na projektirane faze modifikacije, kar je imelo za posledico probleme neusklajenosti vgrajene opreme. Kakor je ICISA ugotovila na objektu, izgleda, da veljavne tehnične specifikacije za novo opremo, ki naj se nabavi, niso bile ustrezno preverjene v smislu funkcionalnih zahtev in pogojev kvalifikacije.

13. Ugotovljene so bile pomanjkljivosti pri izvajanju zagotavljanja kakovosti. Izgleda, da ukrepov za preprečitev ponovnega pojava "neusklajenosti" tako rekoč ni. Pregled dokumentacije je tudi pokazal neustreznosti s stališča kakovosti (npr. "Izpopolnjeno poročilo varnostne analize" (Updated Safety Analysis Report - USAR)).

14. Glede na sedanje veljavne standarde so bile odkrite tudi nepopolnosti v sistemu protipožarne zaščite; sistemske in področne zahteve za ustrezno protipožarno zaščito na več mestih niso izpolnjene.

15. Nadzorovanje vpliva na okolje ni povsem zadovoljivo pri tistih temah, ki so bili obravnavane, glede na nov razvoj mednarodne prakse. Prav tako bi bilo treba izboljšati nadzor metereoloških in radioloških razmer v okolici objekta s povečanjem števila postaj in glede na nadzorovane parametre in modele izračunov.

16. Učinkovitost novega načrta za primer nesreče še ni bila dokazana z vajo in v tem načrtu Hrvaška praktično ni upoštevana, čeprav je hrvaška meja samo 16 km stran od objekta (Zagreb je oddaljen 35 km). Še več, s sosednjimi državami niso bili sklenjeni nobeni "ad hoc" sporazumi za vnaprejšnje planiranje medsebojne pomoči in podpore v primeru jedrske nesreče.

Izvajanje priporočil

V času pisanja poročila je bilo od zahtevanih 74, uresničenih že 20 priporočil. Večina teh nalog je bila v času delovanja komisije ICISA že v

zaključni fazi izvedbe in so bile do sedaj dokončane. Po programu je načrtovano, da bo v letu 1994 uresničenih 19 priporočil, v letu 1995 25 priporočil, v letu 1996 dve priporočili, v letu 1997 3 priporočila. Petim priporočilom pa ni možno postaviti roka izvedbe. Tri priporočila so le komentarji, pri dveh pa bo potrebna dodatna utemeljitev.

4.3 MISIJA KOMISIJE EVROPSKIH SKUPNOSTI - SKUPINE ZA UREJANJE POMOČI UPRAVNIM ORGANOM

Misija se je mudila v RUJV od 24. do 28. maja 1993. Sestavljalo jo je 6 članov iz upravnih organov iz Belgije, Italije, Velike Britanije in Spanije, svetovalec iz Mednarodne agencije za atomsko energijo in opazovalec iz Hrvaške.

Osnovni namen obiska te raziskovalne misije pri Republiški upravi za jedrsko varnost (RUJV) je bil pridobiti globlji vpogled v tekoča vprašanja in probleme s katerimi se srečuje in pripraviti vrsto priporočil, ki so prikazana v poročilu kot tudi v prilogi A4. Misija se je pri svojem delu osredotočila na pravne in vladne vidike, ki zagotavljajo izhodišča za razvoj upravnega organa, pristojnega za jedrsko varnost; prav tako se je ukvarjala z delovno prakso upravnega organa, vključno z njegovo strukturo, organiziranostjo, varnostnimi standardi.

Ugotovljenih je bilo mnogo pozitivnih točk, ki se nanašajo na RUJV kot upravni organ:

- dobro poznavanje mednarodnih varnostnih priporočil
- dobra delovna praksa v obstoječih okvirjih
- kar dobra opremljenost
- predano osebje z dobrimi navadami.

Prav tako lahko zasledimo v Sloveniji dobro, tehnično usposobljeno pokrivanje področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji.

Glavno priporočilo je, da se razširi vloga upravnega organa tako, da se ustvari upravna organiziranost, ki bo primerljiva z zahodno prakso. Prav tako sedanje število zaposlenih v RUJV ne zadostuje za izvajanje vseh aktivnosti s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji, za katere je RUJV odgovorna in pooblaščen in ki so primerljive s pristojnostmi zahodnih upravnih organov, zato se priporoča povečanje števila zaposlenih.

Potrebna bo močna vladna podpora RUJV, da bo lahko ta priporočila, če bodo sprejeta, uveljavila.

Priporočila, ki so ocenjena z najvišjo prioriteto, so združena v naslednjih točkah:

- Priporočilo na vladni ravni:

Da bi RUJV v prihodnosti lahko priporočila, ki predstavljajo pogoje za njeno izboljšanje, dejansko izpeljala, je potrebna močna podpora Vlade.

a) Novi zakon o jedrski varnosti in varstvu pred sevanjem mora bolje določiti odgovornosti RUJV na področju jedrske varnosti in varstva pred sevanji v jedrskih elektrarnah, raziskovalnih reaktorjih in drugih jedrskih objektih.

RUJV mora imeti celovite pristojnosti na področjih, ki se nanašajo na varnost jedrskih objektov. Zato morajo biti vzpostavljena jasna delovna razmerja z drugimi upravnimi organi in pooblaščenimi organizacijami, ki se ukvarjajo z

jedrskimi objekti. Zakon ne sme vsebovati določb, s katerimi bi bilo mogoče ovreči tehnične odločitve RUJV. Skladno z mednarodno prakso mora biti RUJV nevtravno, neodvisno telo, ki bo vodilo vse varnostne ocene in inšpekcijske aktivnosti, povezane z jedrskimi objekti v Sloveniji.

b) RUJV mora imeti zagotovljena primerna finančna sredstva, ki ji morajo omogočiti zaposlitve zadostnega števila strokovnjakov. Le-ti bi zagotovili povečanje tehnične usposobljenosti, predvsem pri varnostnih ocenah in inšpekcijskem področju, s čimer bi tudi tu dosegli nivo mednarodne prakse. V petih letih bi se število zaposlenih na RUJV moralo gibati okoli 35.

RUJV mora biti glede zaposlovanja novih delavcev, sklepanju pogodb za tehnično pomoč in glede drugih vprašanj avtonomna, v okviru proračunskih zmožnosti.

- Priporočilo na nivoju RUJV

Mnoga priporočila se lahko izvršijo le, če Vlada zagotovi zadostna sredstva. Povečanje števila zaposlenih na RUJV v bližnji prihodnosti je zelo priporočljivo.

a.) RUJV mora povečati in razširiti svoje tehnične kapacitete, predvsem na področju integriranih sistemskih analiz, z namenom, da pridobi vsesplošni pregled in kontrolo nad vprašanji jedrske varnosti in varstva pred sevanji v jedrskih objekti.

b.) RUJV bo mnogo pridobila s tem, da izdela celovit program zagotovitve kakovosti za njene lastne aktivnosti. Kot minimum naj se navedejo:

- jasno definiranje varnostnih načel RUJV in detajlni cilji,
- organizacijske procedure, vključno z vprašanji vodenja, integralnih sistemskih analiz, šolanja,
- tehnične procedure, kot npr. smernice inšpekcijskih dejavnosti, vključno s kontrolo modifikacij, inšpekcijo varstva pred sevanji
- interne procedure in programe za primer ukrepanja v sili

c.) Vloga organizacij, ki zagotavljajo tehnično pomoč RUJV-ju, mora biti močnejša.

Zaključek je lahko, da bodo priporočila in pomoč za katero je RUJV zaprosila Evropsko skupnost, morala biti obravnavana v prihodnjih programih pomoči. Pomoč na nekaterih področjih je nujna že sedaj. Upoštevati pa je treba omejene možnosti osebja RUJV.

Upoštevajoč sedanje kapacitete, ki zagotavljajo tehnično pomoč ter glede na pripravo nove zakonodaje in povečanje virov (finance in zaposleni), je mnenje raziskovalne misije, da bo mogoče zahtevo po močnem in neodvisnem upravnem organu lahko doseči že v nekaj letih.

Na osnovi poročila je bil izdelan program strokovne pomoči Komisije Evropskih skupnosti (CEC) upravnim organom v Sloveniji. Pogodba za izvedbo dveletnega programa strokovne pomoči CEC je bila podpisana 27.

aprila 1994 in se bo začela takoj izvajati. Po tej pogodbi bo CEC namenila za strokovno pomoč RUJV 476.760,00 ECU.

Izvajanje priporočil

Po programu bodo vsa priporočila uresničena v letih 1994, 1995 in 1996. Seveda pa izpolnitev večjega dela priporočil zahteva podporo Ministrstva za okolje in prostor, Vlade R Slovenije, delno pa tudi Državnega zbora. To so predvsem priporočila, ki se nanašajo na organizacijo RUJV, na položaj in pristojnosti RUJV v državni upravi, ter na zakonodajne rešitve v novi zakonodaji s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji.

4.4 ANALIZA PRIPOROČIL

Od 166 priporočil in predlogov, ki jih je **mislija OSART** predstavila v svojem poročilu jih:

- ☐ 36,1% zahteva izdelavo ali dopolnitev določenega postopka, pravilnika ali kakšnega drugega pisnega dokumenta,
- ☐ 31,9% zahteva določen organizacijski ukrep ali izvajanje novega postopka,
- ☐ 17,5% zahteva izvedbo modifikacije oz. dograditve v tehnološkem smislu, nakup aparature ali dodatne opreme,
- ☐ 8,4% pa izdelavo študije ali analize kot osnove za nadaljnje ukrepanje,
- ☐ 13,3% pa je dokončno rešenih in ne zahtevajo stalno izvajanje določenih ukrepov.

Od 74 priporočil, ki jih je **ICISA** predstavila v svojem poročilu jih:

- ☐ 37,8% zahteva izdelavo študije ali analize kot osnove za nadaljnje ukrepanje,
- ☐ 27,0% zahteva določen organizacijski ukrep ali izvajanje novega postopka,
- ☐ 27,0% zahteva izvedbo modifikacije oz. dograditve v tehnološkem smislu, nakup aparature ali dodatne opreme,
- ☐ 16,2% pa zahteva izdelavo ali dopolnitev določenega postopka, pravilnika ali kakšnega drugega pisnega dokumenta,
- ☐ 13,3% je dokončno rešenih in ne zahtevajo stalno izvajanje določenih ukrepov,
- ☐ 4% so le komentar, ki ne zahteva nobene akcije.

Od 26 priporočil, ki jih je **mislija CEC** predstavila v svojem poročilu jih:

- ☐ 69,2% zahteva določen organizacijski ukrep, usposabljanje, ipd, postopka,
- ☐ 42,3% daje priporočila, ki naj bi se upoštevala pri izdelavi nove zakonodaje ali priporočajo izdelavo ali dopolnitev pisnih postopkov ali kakšnega drugega pisnega dokumenta,
- ☐ 3,8% pa predlaga izdelavo študije in uporabo njenih rezultatov.

Več priporočil je kombiniranih in zahtevajo, n.pr. najprej izdelavo študije ali analize in nato na osnovi rezultatov izvedbo modifikacije oz. dograditve v tehnološkem smislu ali nakup aparature, dodatne opreme ali izdelavo določenega pisnega dokumenta in na njegovi osnovi določen ukrep, ipd.

Uresničevanje priporočil pa seveda zahteva določena finančna sredstva. Analize in študije v povezavi z izvajanjem določene modifikacije ali nakupa in vgraditve določene opreme so izredno drage. Večja finančna sredstva bodo zahtevali predvsem:

- ☐ nakup in vgraditev novih uparjalnikov,
- ☐ nakup specifičnega simulatorja NE Krško za šolanje operaterjev,
- ☐ nakup naprave SODAR za merjenje višine inverzijske plasti na Krškem polju,
- ☐ uvedba računalniško podprtega sistema za ravnanje z rezervnimi deli,
- ☐ izboljšave na sistemu za zaščito pred požarom,
- ☐ nakup moderne opreme za ionsko kromatografijo za analizni laboratorij,
- ☐ izdelava dodatnih geoloških in seizmo-tektonskih študij Krškega polja,
- ☐ vgraditev dodatne seizmične inštrumentacije in novega seizmičnega sistema v elektrarno,
- ☐ ergonomska študija glavne kontrolne sobe,
- ☐ razne modifikacije po programu izboljšav po nesreči na Otoku treh milj in
- ☐ druge študije, analize in modifikacije, ki jih bo na osnovi priporočil zahteval upravni organ.

V tabeli 15 je prikazan številčni pregled priporočil vseh treh misij z načrtovanim programom njihove izvedbe.

Na osnovi podrobnega pregleda priporočil komisije ICISA in misije OSART je izdelana prva ocena potrebnih sredstev.

Skupna vrednost vlaganj, ki so potrebna za izvedbo še nerealiziranih priporočil, znaša zaokroženo 245 mio DEM. Bistvena postavka v navedenem znesku je strošek zamenjave obeh uparjalnikov, ki znaša 170 mio DEM ali 70% vseh stroškov. Finančno zahtevna je tudi nabava simulatorja za šolanje operaterjev, ki je specifičen za NEK. Ocena stroškov nabave in vgradnje takega simulatorja (hardware in software) znaša okrog 40 mio DEM. Ta znesek predstavlja dobrih 16% od navedenih 245 mio DEM.

Preostalih 35 mio DEM so stroški za realizacijo ostalih predlogov ter priporočil ICISA in OSART, ki so kot ključne povzeto navedene zgoraj.

Tabela 15: Pregled priporočil mednarodnih misij in njihove izvedbe

Št.	Področje	Število priporočil				Realizacija priporočil					
		OSART	ICISA	CEC	Prekrivanje	Že** izvedeno	1994	1995	1996	1997	brez roka
1	Organizacija in vodenje	21	9	/	2	11	13	5	1	/	/
2	Izobraževanje	19	1	/	1	6	13	/	/	/	1
3	Obratovanje	23	6	/	5	6	13	7	2	1	/
4	Vzdrževanje	17	3	/	1	10	6	4	/	/	/
5	Tehnična podpora	17	3	/	1	7	7	4	2	/	/
6	Radiološka zaščita	24	6	/	2	11	12	4	2	1	/
7	Kemija	27	1	/	/	7	13	7	/	1	/
8	Pripravljenost v sili	19	3	/	1	6	14	2	/	/	/
9	Sistemi elektrarne	/	9	/	/	1	1	6	/	1	/
10	Gorivo in odpadki	/	4	/	/	2	1	1	/	/	/
11	Geologija/sezmika	/	8	/	/	1	3	2	/	/	2
12	Analize in študije	/	11	/	1	2	3	5	1	/	/
13	Upravni organ	6*	10	26	1	2	14	16	1	/	3
SKUPAJ		167	74	26	15	72	113	63	9	4	6

* že vsebovano v drugih poglavjih

** V času pisanja poročila že izvedeno

5. VAJA "POSAVJE 93"

Vaja "Posavje 93" spada med načrtovane načine urjenja kot so predvideni z "Načrtom ukrepov za primer izrednega dogodka" (NUID). Vaja "Posavje 93" je potekala v soboto, 23. oktobra 1993, in je bila razdeljena na dva dela: (a) štabni del in (b) prikazni del. Štabni del vaje je trajal v dopoldanskem času in je potekal po vnaprej pripravljenem scenariju, prikazni del vaje pa je bil izveden popoldne po programu, ki ga je izdelal štab CZ občine Krško.

V štabnem delu vaje "Posavje 93" so sodelovali člani Republiškega štaba za CZ (RSCZ), predstavniki vseh ministrstev, občinskih štabov CZ občin Krško in Brežice ter osebje NE Krško, v prikaznem delu vaje pa so bili udeleženi člani štaba za CZ občine Krško, občinske enote CZ, ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME), polet helikopterja s poškodovancem pa so odpovedali zaradi slabega vremena.

Štabna vaja je potekala na naslednjih lokacijah:

- v Republiškem štabu za CZ v prostorih Republiške uprave za zaščito in reševanje
- v prostorih Republiške uprave za jedrsko varnost
- na naslovih vseh ministrstev so bili predstavniki, ki so sodelovali v vaji (MNZ, MZ, MPZ, MKG, MGD, MŠS, MOP, MZZ)
- v občinskih štabih za CZ
- v NE Krško: v delu kontrolne sobe, v tehničnem podpornem centru, v operativnem podpornem centru in v pomožni reaktorski zgradbi (elevacija 94).

Vse pomembne odločitve in vodenje vaje so bile v pristojnosti Republiškega štaba za CZ, ki je na podlagi strokovnih mnenj svojih članov predlagal ukrepe vladi, ki je dajala naloge državnim organom (ministrstvom in organom v sestavi). RSCZ je po potrebi od državnih organov prejemal informacije in priporočila, ki jih je potreboval pri sprejemanju odločitev. Republiška uprava za jedrsko varnost je imela v svoji setavi organizirano tri ekspertne skupine, in sicer skupino za analizo nezgode, skupino za izračun doz in skupino za informiranje ter podpora. Te skupine so dobivale informacije iz NE Krško, jih ovrednotile, skušale izdelati napoved razvoja dogodka oziroma pripraviti informacije za javnost, ter tako podpreti delo RSCZ. Večina informacij je potekala preko telefonskega omrežja (telefon, telefaks, računalniški prenos), za prenos informacij pa so skrbeli republiški center ter občinski centri za obveščanje, tako da je imel RSCZ neposreden stik z občinskimi štabi za CZ.

V NE Krško se je nahajalo interno vodstvo vaje, ki je bilo preko telefonskih in radijskih zvez povezano z nadzorniki vaje, ki so bili izbrani izmed osebja NE Krško. Interno vodstvo vaje in nadzorniki so skrbeli za usklajen in nemoten potek vaje v skladu s scenarijem. V vaji so sodelovali še spremljevalci, ki jih je imenoval direktor RUZR, in ki so bili zadolženi za ocenjevanje dejavnosti vadbencev.

Načrt štabnega dela vaje v NE Krško je predvidel tudi izvajanje naslednjih dejavnosti:

- a) tistih, ki so se izvajale v celoti: detekcija in klasifikacija ogroženosti,

obveščanje zunanjih organizacij, aktiviranje tehničnega podpornega centra, ocena stanja in predlaganje korektivnih ukrepov, radiološki nadzor v elektrarni, radiološki nadzor v okolju, kontrola vstopa v elektrarno, nudenje prve pomoči, dekontaminacija, radiološka ocena ogroženosti in predlaganje zaščitnih ukrepov,

b) tistih, ki so se izvajale deloma: aktivacija organizacije NE Krško za primer izrednega dogodka, aktiviranje operativnega podpornega centra, pregled prisotnosti, transport poškodovanca v zdravstveni center, informiranje javnosti, razglasitev prenehanja stanja ogroženosti

c) simulacijo določenih dejavnosti: korektivni ukrepi na neoperabilni opremi in komponentah

d) tistih, ki se sploh niso izvajale: razglašanje po elektrarni in znotraj izključitvenega območja, evakuacija elektrarne in izključitvenega območja, operativni ukrepi v kontrolni sobi, menjava izmene ali menjava posamezne dolžnosti z osebo iz rezervnega sestava organizacije NE Krško za primer izrednega dogodka.

Scenarij štabnega dela vaje je predvidel, da dogodki potekajo takole (navedeni so le glavni dogodki):

- vaja se začne ob 5:55, ko je razglašena neoperabilnost turbinske črpalke pomožne napajalne vode
- ob 6:05 na območju NE Krško je neurje z močnim vetrom, ki presega 22 m/s (po postopku za klasifikacijo izrednega dogodka pomeni ta hitrost vetra razglasitev stopnje ogroženosti "nenormalni dogodek"). Poškodovan je tudi steber daljnovoda 110 kV Brestanica-NE Krško, tako da ta daljnovod ni več operabilen.
- ob 6:40 pride do izgube zunanjega električnega napajanja, ker je neurje povzročilo razpad elektroenergetskega sistema, obenem pa ugotovijo, da sta tudi oba dieselska generatorja, ki sta namenjena za električno napajanje v sili, neoperabilna. Direktor za obvladovanje izrednega dogodka skladno s postopkom za klasifikacijo izrednega dogodka razglasi tretjo stopnjo ogroženosti "elektrarniška ogroženost". Aktivira se celotna organizacija NE Krško za primer izrednega dogodka, aktivira pa se tudi celotna organizacija CZ na občinski in republiški ravni. Simulira se obveščanje osebja v elektrarni in evakuacija izključitvenega območja elektrarne.
- ob 7:05 začne prihajati osebje tehničnega podpornega centra (TPC), ki takoj ko je v popolni setavi, prevzame obvladovanje izrednega dogodka (vzpostavljene so komunikacijske povezave TPC z OSCZ Krško in Brežice, RSCZ in RUJV). Aktivira se tudi operativni podporni center.
- - ob 7:10 je ugotovljeno, da turbinske črpalke pomožne napajalne vode v kratkem času ne bo mogoče popraviti, električno napajanje pa tudi še ni vzpostavljeno. Direktor za obvladovanje izrednega dogodka glede na razmere v elektrarni razglasi četrto (najvišjo) stopnjo ogroženosti "splošna ogroženost". Izdelajo se ocene radioloških posledic in RSCZ se predlagajo zaščitni ukrepi za prebivalstvo.
- ob 7:30 odprla sta se varnostna ventila na tlačniku, pritisk v zadrževalnem hramu narašča, ekipi za radiološki nadzor odidejo na teren
- ob 8:00 naj bi NE Krško dobila zvezo z mobilnim ekološkim laboratorijem
- ob 8:55 pritisk v zadrževalnem hramu še vedno narašča, poškodovanega je 10% goriva
- ob 9:20 ekipa na terenu sporoči, da je izmerila zvišano hitrost doze, kar

- pomeni prihod radioaktivnega oblaka
- ob 9:40 je električno napajanje vzpostavljeno preko dieselskega generatorja DG št. 2
- ob 10:00 tlak v zadrževalnem hramu še narašča
- ob 10:40 je sistem za prhanje zadrževalnega hrama popravljen in tlak v zadrževalnem hramu prične padati
- ob 11:30 je vzpostavljeno hlajenje sredice, tlak v zadrževalnem hramu pa je normalen. Izpolnjeni so pogoji za razglasitev prenehanja stanja ogroženosti. Razglašen je konec vaje.

Popoldne je potekal prikazni del vaje na kmetiji v vasi Brod pri Podbočju. Prikazana je bila priprava prostorov za bivanje v hiši, zatesnitev oken in vrat, zaščita črpalke za vodo in zbiralnice mleka s polivinilom in drugimi priročnimi sredstvi, priprava vode in krme v hlevu za dva dneva, odhod izvidniške ekipe in ekipe dozimetristov na teren ter dekontaminacija osebja, vozil in poslopij.

Vaja "Posavje-93" je imela dvojni namen, in sicer:

- a) s pripravami na vajo, ki so potekale od pomladi 1992, doseči čim boljše pripravljenost osebja, pripraviti tehnična sredstva, urediti prostore, ki jih potrebovali in dopolniti dokumentacijo
- b) z vajo preveriti delovanje tehničnih sredstev ter znanje in usklajenost udeležencev ob izrednem dogodku v NE Krško.

Analiza poteka vaje je pokazala veliko zavzetost in strokovno usposobljenost vseh udeležencev vaje. Ugotovljeno je bilo, da je potrebno posvetiti več pozornosti zvezam med udeleženci vaje. Predpostavke dogodkov v NEK, ki so jih posredovali vadbenci v NEK, niso prihajale skladno z dinamiko vaje, zato je OSCZ včasih ukrepal samostojno in ne v skladu z navodili RSCZ. Tudi preobremenjenost centra za obveščanje občine Krško bi bila velika, če bi moral v realnem času obveščati vse subjekte v občini. Zveze so v glavnem potekale po telefonskih linijah, ki v soboto, ko je vaja potekala, niso bile preobremenjene. V morebitni prihodnji vaji bi bilo potrebno preizkusiti tudi druge zveze in načine komuniciranja. V NE Krško so v zvezi z vajo in novimi postopki ukrepanja ob izrednem dogodku razširili prostore tehničnega podpornega centra, v OSCZ pa so nabavili nove dozimetre.

V vaji je sodelovalo tudi Ministrstvo za notranje zadeve, ki je načrtovalo naloge iz svoje pristojnosti (vzdrževanje javnega reda in miru, varovanje evakuacijskih zbirališč in poti), v zvezi z zaporami cest in preusmeritvami prometa pa je sodelovalo z Ministrstvom za promet in zveze. Ministrstvo za zunanje zadeve je formiralo posebno vadbeno skupino, med vajo pa so se izkazal tudi neurejena razmerja s sosednjo Hrvaško, ker, kljub bližini NE Krško glede na mejo med državama, s Hrvaško še ni sklenjenih veljavnih meddržavnih zagotovil in sporazumov v zvezi z izrednim dogodkom v NE Krško. Ministrstvo za promet in zveze se je ukvarjalo s preusmeritvami in zaporami cestnega in železniškega prometa ter z zagotavljanjem vozil za evakuacijo. Ministrstvo za zdravstvo je opozorilo na potrebo usposobitvi zdravnikov za zagotavljanje zdravljenja obsevancev v domačih zdravstvenih ustanovah in na financiranje nabave novih tablet kalijevega jodida. Ministrstvo za kmetijstvo za gozdarstvo je ugotovilo, da povezava med OSCZ in veterinarji na terenu ni usklajena. Republiška uprava za jedrsko varnost meni, da bo v prihodnje morala več pozornosti posvetiti, da ekspertne skupine prejmejo informacije, ki jih potrebujejo, obenem pa je potrebno urediti status članov ekspertnih skupin, saj je to delo zelo zahtevno in odgovorno ter je potrebno stalno usposabljanje.

Vaja je bila načrtovana in tudi potekala je zelo dinamično. Izvor informacij o

dogajanju pa je bila NE Krško, tako da so lahko le v elektrarni sledili poteku dogajanja, kajti dogodki so se odvijali hitreje kot v realnem času, tako da so imeli ostali udeleženci veliko težav s sledenjem dogodkom, kajti komunikacijske zveze so bile ozko grlo celotne vaje, predvsem pa je bilo premalo časa za napoved razvoja dogodka, načrtovanje ukrepov in tehtanje odločitev.

Predlagano je bilo tudi, da bi morale biti vaje za preverjanje pripravljenosti ukrepanja ob izrednem dogodku v NE Krško organizirane pogostejše, saj je bila zadnja podobna vaja opravljena leta 1982.

6.0 RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU SLOVENIJE

Program meritev in nadzora radioaktivnosti življenjskega okolja Republike Slovenije je določen s Pravilnikom o mestih, metodah in rokih za preiskave kontaminacije z radioaktivnimi snovmi (Ur. l. SFRJ, št. 40/86) ter z strokovnimi izhodišči sprejetih po černobilski nesreči, ki jih vsebuje Pravilnik o mestih in časovnih presledkih za sistematčne preiskave deleža radionukleidov v življenjskem okolju (Ur. l. SFRJ, št. 84/91), izvajata pa Zavod RS za varstvo pri delu in Inštitut Jožef Stefan.

Program zajema:

1. Monitoring, ki ima značaj takojšne kontrole stopnje radioaktivne kontaminacije kot n.pr. vsakodnevne meritve radioaktivnosti vzorcev (zrak, padavine) in kontinuirane meritve hitrosti doze zunanjsega sevanja gama.
2. Meritve dnevnih in mesečnih prejetih doz zaradi zunanjsega sevanja gama na 50 mestih v Sloveniji.
3. Kontrola radioaktivnosti hrane živalskega in rastlinskega izvora - sezonske meritve, ki so osnova za izračun sprejetih doz zaradi ingestije.

Prva dva dela programa sta pomembna za zgodnje odkrivanje kontaminacije okolja, tretji pa služi za spremljanje dolgoročnih trendov kontaminacije okolja zaradi umetnih virov. V letu 1993 se je poleg vsebnosti umetnih radionukleidov v vzorcih določala tudi vsebnost najpomembnejših naravnih radionukleidov.

Obseg programa:

1. Reke - Odvzem dveh vzorcev letno v Savi pri Ljubljani (Laze-Jevnica), Dravi pri Mariboru in Soči pod Anhovem. Analizirana je vsebnost gama sevalcev in H-3.
2. Zrak - Dnevno vzorčevanje v Ljubljani, Jezerskem in na Predmeji. Opravljena je visokoločljivostna mesečna izotopska analiza sevalcev gama. Meritve bodo razširjene tudi na Celje po postavitvi zračne črpalke.
3. Zemlja - Odvzem dveh vzorcev (maj in oktober) v treh globinah: 0-5 cm, 5-10 cm in 10-15 cm na travnatih površinah (neobdelana zemlja) v Ljubljani, Kobaridu in Murski Soboti. Hitrost doze zunanjsega sevanja gama je merjena v Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Celju, Novi gorici, Portorožu, Murski Soboti, Krederici in Lescah. Poleg teh meritev so merjene mesečne doze zaradi zunanjsega sevanja na 50 lokacijah.
4. Padavine - Kontinuirano se zbirajo vzorci trdnih in tekočih padavin v Ljubljani (IJS in ZVD) Kobaridu, Murski Soboti in Novem mestu. Meritve sestavljenega mesečnega vzorca z visokoločljivostno izotopsko analizo gama sevalcev in Sr-90 so opravljene v Ljubljani v ostalih mestih pa iz sestavljenega timesečnega vzorca.

5. Pitna voda - Trimesečne izotopske analize gama sevalcev, specifične analize Sr-90 in H-3 so bile opravljene v Ljubljani, Celju, Mariboru, Kopru, Skofji loki in Kranju (Krvavec).

6. Hrana - V hrani rastlinskega in živalskega izvora so opravljene meritve vsebnosti gama sevalcev in Sr-90 na lokacijah v Ljubljani, Novem mestu, Kopru, Celju, Murski Soboti, Mariboru in Slovenj Gradcu. Zaradi velike zastopanosti mleka v prehrani so opravljene mesečne analize v Ljubljani, Bohinjski Bistrici, Kobaridu in Murski Soboti.

7. Krmila, trava - Program zahteva tudi meritve trave, sena, krmil, gnojil in fosfafov predvsem na področjih kjer se kontrolira mleko. Zaradi omejenih sredstev je opravljeno le nekaj analiz sena in otave na vsebnost gama sevalcev in Sr-90.

Rezultati meritev koncentracij aktivnosti v osnovnih elementih biosfere: zemlja, zrak in padavine v letu 1993 ne kažejo bistvenega zmanjšanja v primerjavi z letom 1992.

Meritve hitrosti doz zunanjega sevanja gama kažejo, da černobilski prispevek znaša povprečno za Slovenijo še vedno okrog 20% celotne izmerjene zunanje doze. Povprečna letna doza zunanjega sevanja gama izmerjena z merilnikom hitrosti doze znaša 1096 μSv , ozir. 904 μSv na podlagi meritev s termoluminiscentnimi dozimetri.

Rezultati meritev specifične aktivnosti vzorcev neobdelane zemlje iz Ljubljane, Murske Sobote in Kobarida kažejo podobno porazdelitev Cs-134/Cs-137 med prvima dvema plastema kot v letu 1992, v tretji plasti pa se nahaja le 10-15% celotne kontaminacije. To lahko povežemo s količino in aktivnostjo padavin na posameznih področjih, s pedološkimi lastnostmi tal kakor tudi z večjo mobilnostjo Sr-90 napram Cs-134/Cs-137.

Meritve specifične aktivnosti sevalcev gama v vzorcih hrane rastlinskega porekla (zelenjava) v tem letu niso pokazale večjega padca aktivnosti. Aktivnost vzorcev sadja je praktično na isti ravni kot leto popreje. Osnovni način za kontaminacijo zelenjave s Cs-134/Cs-137 je foliarni depozit, ki pa je bil v letu 1993 zanemarljiv, ozir. ga sploh ni bilo. Sr-90 pa se zaradi svoje mobilnosti lahko vseno vgradi v zelenjavo preko korenin. Tudi aktivnost sevalcev gama in Sr-90 v vzorcih sadja je z nekaj izjemami približno enaka kot leto popreje.

Meritve specifične aktivnosti sevalcev gama in Sr-90 v vzorcih hrane živalskega porekla so pokazale, da je kontaminacija v letu 1993 kar zadeva Sr-90 na isti ravni kot leto popreje. Za Cs-134/Cs-137 pa je opazeno zmanjšanje za cca 25%.

Na podlagi izmerjenih koncentracij umetnih in naravnih radionukleidov v vzorcih hrane in ob upoštevanju normativa vnosa hrane v telo, kot ga je posredoval Univerzitetni zavod za zdravstveno in socialno varstvo iz Ljubljane so izračunane pričakovane učinkovite ekvivalentne doze sevanja zaradi ingestije. Poleg tega je izmerjena letna doza zaradi zunanjega sevanja gama v večjih mestih v Sloveniji, ki znaša 904 μSv , od tega na račun černobilske nesreče 180 μSv .

Na podlagi meritev sta izvajalca ugotovila, da v letu 1993 niso bile prekoračene meje letnega vnosa umetnih radionukleidov v organizem, predpisane v Pravilniku

o največjih mejah kontaminacije človekovega okolja in o dekontaminaciji (Ur. l. SFRJ, št. 8/87).

Dalje še ugotavljata, da so letne efektivne ekvivalentne doze zaradi ingestije naravnih radionuklidov in letne doze zaradi izpostavljenosti zunanjem sevanju gama v okviru povprečnih svetovnih vrednosti, navedenih v poročilu UNSCEAR 1988.

Meritve radioaktivnosti v okolici NE KRŠKO, Poročilo za leto 1993 (2) obravnavajo tudi "Jodovsko problematiko" v vodah reke Save. Opravljena je primerjava koncentracije joda I-131 od vključno ljubljanske čistilne naprave v Zalogu na Ljubljanici tik pred iztokom v Savo, v Savi v Lazah ob desnem bregu - približno 3 km sotočno od izliva Ljubljanice, v Krškem, v Brežicah in na Jesenicah. Poleg maksimalnih in povprečnih vrednosti koncentracij joda so v tabeli 16 ocenjene tudi potencialne doze, ki bi jih v letu 1993 prejel referenčni človek ob pitju Savske vode zgolj zaradi I-131. Spričo visoke kontaminacije Save zaradi bolnišnic je povsem zanemarljiv prispevek I-131 in bolj ali manj tudi drugih izotopov iz NE Krško.

Tabela 16 Koncentracija I-131 v letih 1990, 1991, 1992 in 1993 v Savski vodi dobljena iz enkratnih vzorcev nefiltrirane vode (IJS). Podane so maksimalno izmerjene vrednosti in povprečja (v oklepajih) večih odvzemov.

Leto	Specifična aktivnost Bq/m ³					
	ČN LJ - Zalog	Laze	Krško pred Pap.	Krško po Papirnici	Brežice	Jesenice na Dolenjskem
1990			30 (19)	35 (21)	34 (17)	48 (19)
1991			41 (20)	62 (26)	57 (20)	32 (18)
1992		34 (25)	79 (28)	90 (31)	56 (22)	14 (7)
1993	1680	750 (350)	21 (16)	21 (14)	18 (13)	13 (10)
H _{E50} μSv/leto	67	30 (14)	0.8 (0.6)	0.8 (0.6)	0.7 (0.5)	0.5 (0.4)

Če se izzvame prispevke I-131, velja za celotne obremenitve, da so zaradi prevladujočih prispevkov naravnih radionuklidov praktično podobne predčrnbilskim vrednostim.

Potrebno bo pristopiti k pripravi programa kontrole bolnišničnih radioaktivnih odpadkov.

Tritij se v naravi javlja v sledovih vendar z jedrskimi poizkusiod leta 1952 se je koncentracija tritija močno povečala. Glede na koncentracijo tritija v podtalni vodi lahko sklepamo na starost vode ozir. če se vodonosnik napaja iz površinske vode. Danes že sledovi tritija v podtalni vodi kažejo na povezavo s površinskimi vodami.

Občasni enkratni odvzemi vodovodne vode, namenjeni predvsem ugotavljanju

morebitne prisotnosti kratkoživih izotopov, pri krških črpališčih upošteva merske napake niso pokazale prekoračitve navedenih virov. Brežiški vodovod mora vključevati ob večjih porabah vode poleg novega črpališča, s nizkim vsebnostmi tritija, tudi staro črpališče z višjimi vrednostmi tritija. Zatorej je bila posebej mesečno nadzirana mešana voda iz vodovoda. Letno povprečje v mešani vodi v letu 1993 je 0.7 kBq/m^3 in se grobem ujema z rezultati iz preteklega leta, ko je bila v slednjem črpališču letna povprečna vrednost okoli 0.62 kBq/m^3 .

V nadzornih vrtinah Medsave in Šibice na samoborskem področju so bile povprečne letne koncentracije enkratnih mesečnih vzorcev tritija 4.3 kBq/m^3 , nihanja med 1.9 in 8 kBq/m^3 . Te vrednosti so približno take kot povprečne vrednosti tritija v letu 1992 ter nižje od vrednosti v Savi v Brežicah (8.4 kBq/m^3), in hkrati znatno od povprečnih vrednosti, ki jih je nameril IJS v Savi v Jesenicah (17 kBq/m^3).

V tabeli št. 17 so podane vrednosti za tritij v letu 1993 v Sloveniji ter njihova premerjava z črpališči v Krškem polju.

Tabela št. 17: Tritij v pitni vodi

Vodovod Zajetje	Specifična aktivnost kBq/m^3	
Ljubljana*	1.2	1.2
Maribor*	3.1	2.8
Celje*	2.4	3.0
Kranj*	1.1	1.3
Škofja Loka*	1.8	1.8
Koper*	1.1	1.8
Krško**	1.8	
Brežice**	0.96	
Drnovo***	2	
Brege***	2.3	
Dolenja vas***	1.9	

* enkratni polletni vzorci, dve meritvi v letu 1993

** enkratni četrletni vzorci

*** mesečni sestavljeni vzorci

Vira: 1. Radioaktivnost v živlenskem okolju Slovenije za leto 1993, ZVD, Ljubljana, maj 1994 in
2. Meritve radioaktivnosti v okolici NE Krško, IJS, IJS-DP-6957, Ljubljana, marec 1994

7.0 OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU

7.1 PREGLED JEDRSKIH ELEKTRARN V SVETU

Na osnovi informacij, ki jih posreduje Mednarodna agencija za jedrsko varnost (1) je v svetu ob koncu leta 1993 obratovalo ali bilo v izgradnji 485 jedrskih elektrarn. V Kanadi, Kitajski, Franciji, Japonski, Rusiji in Združenih Državah je bilo v letu 1993 na novo priključenih na električno omrežje 9 jedrskih elektrarn s skupno 8988 MW. Danes v svetu obratuje 430 reaktorjev v 29 državah, v izgradnji jih je še 55 v 18 državah. V letu 1993 so začeli graditi šest novih reaktorjev in sicer v Južni Koreji in Rusiji po dva ter po enega v Pakistanu in na Japonskem.

Tabela št. 18: Jedrske elektrarne, ki so bile priključene na električno omrežje v letu 1993 (1):

Japonska	Genkai - 3 Hamaoka - 4 Kashiwazaki Kariwa - 4 Shika - 1
Kanada	Darlington - 4
Kitajska	Guangdong - 1
Rusija	Balakovo - 4
ZDA	Comanche Peak - 2
Francija	Golfech - 2

Delež električne energije proizvedene v jedrskih elektrarnah v letu 1993 je še zmeraj izredno visok v sedmih državah: Litva, 87.2 %; Francija, 77.7 %; Belgija, 58.9 %, Slovaška, 53.6 %; Madžarska, 43.3 %; Južna Koreja, 40.3 %; in Švedska, 42.0 %. 17 držav, med katerimi je tudi Slovenija, svoje potrebe pokriva 25 % ali več z električno energijo pridobljeno v jedrskih elektrarnah.

V svetu je skupno v jedrskih elektrarnah proizvedeno več kot 2096.6 TWh električne energije. To je več kot celotna svetovna proizvodnja električne energije iz leta 1958 (1912 TWh). Komulativna svetovna izkušnja v obratovanju civilnih jedrskih reaktorjev ob koncu leta 1993 je znašala 6900 let.

Podatke o številu obratujočih in ustavljenih jedrskih elektrarn je treba obravnavati s pridržkom, ker za mnoge elektrarne ni jasno, ali so dokončno ali začasno ustavljene, tako da se tudi podatki iz istega vira v dveh različnih letih ne dopolnjujejo med seboj (npr. IAEA Newsbriefs: v letu 1991 "izginejo" iz stolpca obratujočih elektrarn: dve v Indiji (število je ena manj kot leto poprej, kljub temu, da so eno priključili), dve v Sovjetski zvezi, tri v Nemčiji, ena v ZDA, med drugim se razlikujejo tudi podatki o priključni moči elektrarn na svetu. IAEA Newsbriefs Jan/Feb 1991 je sporočil za leto 1990 324 496 MWe, IAEA Newsbriefs Jan/Feb 1992 pa za isto leto 325 873 MWe).

Tabela 19: Jedrski energetski reaktorji v obratovanju in v gradnji ob koncu leta 1993 (1)

Država	Reaktorji v obratovanju		Reaktorji v gradnji	
	Število	Skupno MW	Število	Skupno MW
Argentina	2	935	1	692
Belgija	7	5527		
Braziliya	1	626	1	1245
Bolgarija	6	3538		
Kanada	22	15755		
Kitajska	2	1194	1	906
Kuba			2	816
Češka	4	1648	2	1824
Finska	4	2310		
Francija	57	59033	4	5815
Nemčija	21	22559		
Madžarska	4	1729		
Indija	9	1593	5	1010
Iran			2	2392
Japonska	48	38029	6	5645
Kazahstan	1	70		
Koreja rep.	9	7220	7	5770
Litva	2	2370		
Mehika	1	654	1	645
Nizozemska	2	504		
Pakistan	1	125	1	300
Romunija			5	3155
Rusija	29	19843	4	3375
Južnoafriška rep.	2	1842		
Slovaška	4	1632	4	1552
Slovenija	1	632		
Španija	9	7101		
Švedska	12	10002		
Svica	5	2985		
V. Britanija	35	11909	1	1188
Ukrajina	15	12679	6	5700
ZDA	109	98784	2	2330
Skupno*	430	337718	55	44369

* V skupnem seštevku so upoštevane jedrske elektrarne na Tajvanu (šest).

Tabela 20: Delež električne energije proizveden v jedrskih elektrarnah za leto 1993 in odstotek od celotne proizvodnje električne energije ter izkušnje z obratovanjem jedrskih elektrarn izražene v letih (1)

Država	Delež el. ener. proizveden v NE v 1993		Obratovalne izkušnje do konca 1993	
	TWh	delež %	Leta	Mesci
Argentina	7.2	14.2	30	7
Belgija	39.5	58.9	121	7
Braziliya	0.4	0.2	11	9
Bolgarija	14	36.9	71	1
Kanada	88.6	17.3	304	11
Kitajska	2.5	0.3	2	5
Kuba				
Češka	12.6	29.2	30	8
Finska	18.8	32.4	59	4
Francija	350.2	77.7	766	5
Nemčija	145.0	29.7	469	1
Madžarska	13.0	43.3	34	2
Indija	5.4	1.9	110	3
Iran				
Japonska	246.3	30.9	603	7
Kazahstan	0.4	0.5	20	6
Koreja rep.	55.4	40.3	81	1
Litva	12.3	87.2	16	6
Mehika	3.7	3.0	4	9
Nizozemska	3.7	5.1	45	9
Pakistan	0.4	0.9	22	3
Romunija		12.5		
Rusija	119.2	4.5	468	6
Južnoafriška rep.	7.2	53.6	18	3
Slovaška	11.0	35.6	53	5
Slovenija	3.8	36.0	12	3
Španija	53.6	42.0	128	8
Švedska	58.9	37.9	195	2
Švica	22.0	26.3	93	10
V. Britanija	79.8	32.9	994	2
Ukrajina	75.2	21.2	143	11
ZDA	610.3		1810	8
Skupno	2093.4		6902	2

7.2 PREGLED STANJA JEDRSKE VARNOSTI V SVETU

7.2.1. Udejstvovanje OSART misije

Komisija Mednarodne agencije za jedrsko varnost OSART (Operational Safety Assessment Review Team) je v letu 1993 opravila šest pregledov jedrskih objektov med katerimi je bila tudi NE Krško (2).

Tabela 21. OSART misije v letu 1993 (2)

Država	Jedrski objekt	Status objekta	Datum misije, pregleda, obiska
Slovaška	Mochovce	v izgradnji	11.-19. jan.
Francija	Gravelines	v obratovanju	15.mar. - 2. apr.
Romunija	Cernavoda	v fazi prevzema	26.apr. - 14. maj
Kitajska	Guangdong	v fazi prevzema	17. maj - 4. junij
Rusija	Smolensk	v obratovanju	7.-18. junij
Slovenija	Krško	v obratovanju	5.-23. julij

Tabela 22: Predvidene OSART misije v letu 1994 (2)

Država	Jedrski objekt	Status objekta	Predvideni datum misije
Južnoafriška rep.	Koeberg	v obratovanju	29. mar. - 2 apr.
Bolgarija	Kozloduy	v obratovanju	26.-30. apr.
Rusija	Novovoronezh	v obratovanju	28. jun - 2. julij
Japonska	Fukushima	v obratovanju	25.-29. oct.
Nemčija	Grafenrheinfeld	v obratovanju	8.-12. nov.
Švica	Lebstadt	v obratovanju	20 nov. - 9. dec.

7.2.2. Obratovanje, nezgode, nesreče

V letu 1993 je bilo v INES sistemu poročanja Mednarodne agencije za jedrsko varnost podanih 81 poročil o dogodkih v jedrskih elektrarnah in drugih objektih jedrskega gorilnega kroga. Štirje dogodki so bili razvrščeni na stopnjo 3, 12 dogodkov na stopnjo 2, 21 na stopnjo 1, ostali pa pod lestvico ali izven nje (nepomembno za varnost). 14 poročil se nanaša na dogodke v drugih objektih jedrskega gorilnega kroga, ostala pa na jedrske elektrarne. Najvišje razvrščeni - na stopnjo "3" - resne nezgode so bili štirje dogodki in sicer:

- 2. februarja je hud vihar poškodoval daljnovode, ki napajajo jedrski elektrarni Kola-1 in Kola-2 v Rusiji. Elektrarni sta zato ostali brez zunanjega napajanja. V verigi dogodkov v elektrarni se je pokazala vrsta pomanjkljivosti v delovanju opreme, prišlo pa je tudi do več kršitev obratovalnih pogojev in omejitev.

- 31. marca je požar zajel električni generator JE Narora - 1 v Indiji. Turboagregat se je avtomatsko ustavil, operaterji pa so ročno ustavili reaktor in začeli s hitrim hlajenjem elektrarne. Ker je požar uničil več električnih kablov je bilo napajanje elektrarne z električno energijo popolnoma prekinjeno. Elektrarno so uspeli ohladiti, čeprav vsa oprema ni delovala po projektu. Pri tem ni bilo ogroženo okolje ali prostori elektrarne zaradi radioaktivnosti.

- 6. aprila je eksplodirala posoda z raztopino uranovega nitrata v tovarni za predelavo izrabljenega goriva Tomsk-7 v Rusiji. Eksplozija je poškodovala zgradbo in povzročila manjši požar na strehi. Približno 1,5 TBq (40 Ci) radioaktivnosti se je sprostilo v okolico tovarne. Okoli 200 km² zemljišča okoli tovarne je bilo potem onesnaženega z radioaktivnostjo vključno z manjšim krajem Georgievskaja z 200 prebivalci.

Našteti so nekaj najresnejših nesreč, ki so se zgodile po svetu v letu 1993. Poročila kažejo, da je treba z vso resnostjo obravnavati dogodke, ko sicer ni bilo nobenih posledic za osebe ali okolje, vendar varnostni sistemi niso bili pripravljeni, da bi delovali takoj. Za jedrsko varnost zelo pomembni dogodki se lahko zgodijo tudi, ko je reaktor ustavljen zaradi menjave goriva in vzdrževalnih del. Iz števila poročil o nezgodah je razvidno, da je takšnih dogodkov v enem letu nesorazmerno več, če primerjamo čas trajanja ustavitve s časom obratovanja reaktorja.

7.2.3. Izboljšanje varnosti

Eden od zaključkov srečanja sedmih najbolj razvitih držav (G/7) v Münchnu leta 1992 je bila dodelitev 700 mil. ameriških dolarjev kot pomoč za izboljšanje jedrske varnosti in za preprečitev še ene morebitne jedrske nesreče v vzhodni Evropi.

Evropska skupnost skozi programe Phare in Tacis tudi podpira varnostne programe v vrednosti 130 mil. ECU. ZDA zagotavljajo še dodatnih 100 mil. dolarjev kot pomoč Združenju neodvisnih držav (CIS). Evropska skupnost upravlja z bazo podatkov, ki jo je osnovala skupina 24 razvitih dežel zahoda (G-24) leta 1992, da bi vodila evidence multilateralnih in bilateralnih projektov jedrske varnosti.

Tabeli št. 23 in 24: Podpora jedrski varnosti v koordinaciji G-24. Denarni prispevki v odvisnosti od statusa projektov so izraženi v milijonih ECU

Tabela Št 23: Podpora Evropske Skupnosti (Mil. ECU) (3)

Koristniki	Stanje projekta			skupaj
	dokončani	v teku	potrjeni	
Obratovalna varnost	4.27	16.41	13.60	34.28
Tehnične izboljšave	6.23	15.46	36.27	57.96
Izpopolnjevanje zakonodaje	1.00	7.30	18.64	26.94
G/7 kratkotrajni programi	11.50	39.17	68.51	119.18
Studij energetske strategije	0.55		0.44	0.99
Dolgoročne izboljšave	0.15	9.33	5.52	15.00
Celotni G-7 programi	12.20	48.50	74.47	135.17
Radiološka varnost	0.60	3.82	1.69	6.11
Odpadki in gorivo			6.39	6.39
Razno	0.55	3.50	5.85	9.90

Tabela št. 24: Vsi projekti skupine G-24 (3)

Koristniki	Stanje projekta			Skupaj
	dokončani	v teku	potrjeni	
Obratovalna varnost	6.36	128.44	30.39	165.19
Tehnične izboljšave	7.26	67.81	36.42	111.49
Izpopolnjevanje zakonodaje	1.59	15.89	18.91	36.39
G/7 kratkotrajni programi	15.21	212.14	85.72	313.07
Studij energetske strategije	0.72	0.29	0.56	1.58
Dolgoročne izboljšave	1.16	11.72	5.85	18.73
Celotni G-7 programi	17.09	224.00	92.13	333.38
Radiološka varnost	0.71	18.87	1.97	21.55
Odpadki in gorivo	1.19	1.76	6.74	9.69
Razno	2.19	19.49	7.21	28.89

Skupne vrednosti posameznih tematskih skupin so lahko tudi višje, ker so nekateri projekti še v fazi sprejemanja in idejnih raziskav.

Tabela št. 25: Projekti in soudeležba posameznih dežel, ki prejemajo pomoč
(3)

Država prejemnica pomoči	Št. projektov	% od vseh projektov	MECU	% od MECU
Armenija	2	0	0.30	0.07
Belorusija	4	1	1.68	0.37
Bolgarija	17	23	16.14	3.51
Česka	64	13	17.39	3.78
Cehoslovaška	5	1	1.02	0.22
Gruzija	1	0	0.02	0.00
Kazahstan	3	1	1.24	0.27
Kirgizija	1	0	0.11	0.02
Litva	33	7	13.83	3.01
Madžarska	56	11	16.14	3.51
Poljska	5	1	0.25	3.51
Romunija	34	7	7.89	1.72
Rusija	151	30	163.11	35.48
Slovaška	86	17	17.95	3.91
Ukrajina	103	20	56.43	12.28
Zveza neodvisnih držav	21	4	44.96	9.78

Druga faza pomoči, ki gre skozi Evropsko banko za razvoj (European Bank for reconstruction and Development) in, ki jo podpira večina Evropskih držav z 118.56 Mil. ECU zajema nabavo opreme za nadgradnjo jedrskih elektrarn na vzhodu. Takšno pomoč je že dobila Bolgarska jedrska elektrarna Kozloduy (24 - Mil. ECU), podoben program pa je tudi pred odobritvjo za jedrsko elektrarno Ignalina v Litvi.

Viri:

1. IAEA, Press Release, PR 94/17, maj 1994.
2. IAEA, The Annual Report for 1993, GOV/27/4.
3. Nucleonics Week, dec. 1993.