

RUJV-RP-024

**POROČILO
O JEDRSKI IN RADIOLOŠKI VARNOSTI
V SLOVENIJI V LETU 1996**

Republika Slovenija

**Ministrstvo za okolje in prostor
UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST**



VLADA REPUBLIKE SLOVENIJE

Številka: 315-04/97-1(P) Ljubljana, dne 28. julija 1997

Vlada Republike Slovenije je na 24. seji 24. julija 1997 obravnavala poročilo o jedrski in radiološki varnosti v letu 1996 in sprejela naslednji

s k l e p:

Vlada republike Slovenije je sprejela:

- poročilo o jedrski in radiološki varnosti v Sloveniji v letu 1996

v predloženem besedilu (gradiva Ministrstva za okolje in prostor št. 15481/AS z dne 3.7.1997 in št. 15611/AS z dne 18.7.1997) in ga sklenila poslati v obravnavo Državnemu zboru Republike Slovenije .

Borut Šuklje
GENERALNI SEKRETAR

Poročilo o

JEDRSKI IN RADIOLOŠKI VARNOSTI V SLOVENIJI V LETU 1996

RUJV-RP-024

V nadeljevanju sledi poročilo, kot je bilo objavljeno v Poročevalcu DZ RS št. 40, 6. 8. 97

Urednik: mag. Davor Lovinčič

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost: Milena Černilogar Radež, mag. Miroslav Gregorič, Mojica Fon Jager, mag. Igor Grlicarev, Laura Kristančič Dešman, mag. Milko Križrman, mag. Marjan F. Levstek, mag. Davor Lovinčič, Egon Lukacs, Vladimir Peček, Maksimilijan Pečnik, Igor Osojnik, mag. Matjaž Pristavec, mag. Darko Pungerčar, Aleš Škrban, Miha Vergelj, mag. Djordje Vojnovič, mag. Leopold Vrankar.

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije (poglavje 9, razen

9.14): dr. Tomaž Šutej, Leonidis Radik dr. med., mag. Jože Šamu dr. med.

Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (poglavje 6.1): Bojan Ušeničnik

Ministrstvo za notranje zadeve (poglavje 10): Janez Vidovič

mag. Miroslav Gregorič
Direktor URSJV

Ljubljana, junij 1997

KAZALO:

POVZETEK

1. UVOD

2. PREGLED DELA UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST

- 2.1. Uvod
- 2.2. Zakonodaja
- 2.3. Mednarodni sporazumi
- 2.4. Inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti
- 2.5. Promet, prevoz in ravnanje z jedrskimi in radioaktivnimi materiali
- 2.6. Varovanje jedrskih materialov - Safeguards
- 2.7. Fizična zaščita jedrskih materialov in objektov
- 2.8. Odgovornost za jedrsko škodo
- 2.9. Zagotovitev kvalitete s področja jedrske in radiološke varnosti
- 2.10. Radiološki monitoring
- 2.11. Zgodnje obveščanje o jedrskih in radioloških nesrečah
- 2.12. Mednarodno sodelovanje
- 2.13. Informiranje javnosti
- 2.14. Raziskave in študije v letu 1996
- 2.15. Izobraževanje
- 2.16. Zaposlovanje
- 2.17. Strokovna komisija za jedrsko varnost
- 2.18. Upravni postopek zamenjave uparjalnikov
- 2.19. Proračun URSJV in realizacija

3. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SLOVENIJI

3.1. NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO

- 3.1.1. Glavni obratovalni podatki in varnostni kazalci
- 3.1.2. Ustavitve in zmanjšanja moči reaktorja
- 3.1.3. Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila
- 3.1.4. Izrabljeno jedrsko gorivo
- 3.1.5. Radioaktivni odpadki
- 3.1.6. Uparjalnika
- 3.1.7. Modifikacije v NE Krško izvedene v letu 1996
- 3.1.8. Doze delavcev
- 3.1.9. Izpuščanje radioaktivnosti v okolje
- 3.1.10. Verjetnostne varnostne analize
- 3.1.11. Strokovno usposabljanje delavcev NEK
- 3.1.12. Zaključna ocena

3.2. REAKTORSKI CENTER BRINJE

- 3.2.1. Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA
- 3.2.2. Glavne modifikacije
- 3.2.3. Izvoz goriva v ZDA
- 3.2.4. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov
- 3.2.5. Doze delavcev
- 3.2.6. Zaključna ocena

3.3. RUDNIK ŽIROVSKI VRH

- 3.3.1. Izvajanje aktivnosti trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude
- 3.3.2. Varstvo pred ionizirajočimi sevanji
- 3.3.3. Doze delavcev
- 3.3.4. Nadzor izpustov iz RŽV
- 3.3.5. Vpliv tekočih emisij iz RŽV na okolje
- 3.3.6. Vpliv plinastih emisij iz RŽV na okolje
- 3.3.7. Izvrševanje priporočil misij MAAE na RŽV
- 3.3.8. Zaključna ocena

3.4. ZAČASNO SKLADIŠČE ZAVRATEC

4. AGENCIJA RAO

5. DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI

- 5.1. IPPAS misija 1996

- 5.2. ASSET misija 1996
- 5.3. ESRS misija 1996

6. NAČRT UKREPOV V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA

- 6.1. URSZR
- 6.2. URSJV
- 6.3. Ukrepi v sili (NUID/NEK)
- 6.4. Ekološki laboratorij z mobilno enoto
- 6.5. Mednarodna vaja

7. POOBLAŠČENE ORGANIZACIJE

- 7.1. Inštitut za metalne konstrukcije (IMK)
- 7.2. Inštitut za varilstvo
- 7.3. Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT)
- 7.4. Elektroinštitut "Milan Vidmar"
- 7.5. Fakulteta za strojništvo
- 7.6. Inženirski biro "Elektroprojekt" (IBE)
- 7.7. EKONERG
- 7.8. Inštitut "Jožef Stefan" (IJS)
- 7.9. Zavod RS za varstvo pri delu (ZVD)
- 7.10. Inštitut za elektrogospodarstvo in energetiko
- 7.11. ENCONET
- 7.12. Zaključna ocena

8. RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU SLOVENIJE

- 8.1. Meritve splošne radioaktivne kontaminacije v okolju Slovenije
- 8.2. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici NE Krško
- 8.3. Nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra
- 8.4. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici RŽV
- 8.5. Karta čemobilske kontaminacije
- 8.6. Radioaktivnost termalnih vod
- 8.5. Zaključna ocena

9. NADZOR NAD VIRI IONIZIRANIH SEVANJ IN DELOM Z NJIMI

- 9.1. Jedrski objekti
- 9.2. Rudniki in drugi viri radona
- 9.3. Onkologija in nuklearna medicina
- 9.4. Rentgenske naprave v zdravstvu
- 9.5. Radiokemijski in drugi laboratoriji
- 9.6. Gospodarstvo
- 9.7. Rentgenske naprave v industriji in drugih objektih
- 9.8. Ionizacijski javljalniki požarov
- 9.9. Prevozi radioaktivnih snovi
- 9.10. Izpopolnjevanje znanja iz varstva pred sevanji
- 9.11. Usmerjeni zdravstveni pregledi
- 9.12. Sevalna obremenjenost delavcev, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj
- 9.13. Sevalna obremenjenost prebivalstva zaradi medicinske uporabe rtg naprav
- 9.14. Smernice za leto 1996
- 9.15. UNSCEAR vprašalnik

10. MINISTRSTVO ZA NOTRANJE ZADEVE

11. REFERENDUM

12. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU

- 12.1. Pregled jedrskih elektrarn v svetu
- 12.2. Pregled stanja jedrske varnosti v svetu
- 12.2.1. Udejstvovanje misij MAAE
- 12.2.2. Obratovanje, nezgode, nesreče
- 12.3. Svetovni trendi
- 12.4. Jedrski gorivni cikel

POVZETEK

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) je v sodelovanju z Zdravstvenim inšpektoratom Republike Slovenije (ZIRS), Upravo Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR) in Ministrstvom za notranje zadeve (MNZ), pripravila Poročilo o jedrski in radiološki varnosti v letu 1996, ki sodi med redne oblike poročanja o delu uprave Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije. Poročilo vsebuje poleg uvoda enajst tematskih enot, ki zajemajo: delovanje URSJV, obratovanje jedrskih objektov v Sloveniji, delovanje Agencije RAO, delo mednarodnih misij v Sloveniji, načrt ukrepov v sili, odškodninsko zavarovanje za primer jedrske nezgode, pooblaščen organizacije, radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije, nadzor nad viri ionizirajočih sevanj, delovanje strokovnih društev ter nekatere podatke o obratovanju jedrskih objektov v svetu.

Na zakonodajnem področju se je nadaljevalo delo pri pripravi nove slovenske zakonodaje (novi zakon o jedrski in radiološki varnosti, novi zakon o odgovornosti za jedrsko škodo). Na mednarodni ravni je bilo na področju predpisov veliko aktivnosti, ki bodo nedvomno vplivale na nadaljnjo pripravo domače zakonodaje.

Pri URSJV delujeta dve strokovni komisiji, in sicer Strokovna komisija za jedrsko varnost, ki se je v letu 1996 sestala štirikrat ter Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško, ki je v letu 1996 organizirala dva izpitna roka.

V letu 1996 se je na mednarodnem področju močno okrepilo delo URSJV. Ratificirana sta bila Sporazum med R Slovenijo in R Avstrijo o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti in o vprašanih skupnega interesa s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji ter Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado R Madžarske o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti. Sporazum z R Avstrijo avstrijski parlament še ni ratificiral.

Ratificiran je bil tudi Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado Kanade o sodelovanju na področju miroljubne uporabe jedrske energije in na njegovi podlagi tudi Upravni dogovor med URSJV in Komisijo za nadzor nad atomsko energijo Kanade.

Državni zbor je 1. oktobra ratificiral Konvencijo o jedrski varnosti, ki predstavlja pomemben korak pri internacionalizaciji problema jedrske varnosti. Ta konvencija zadaljuje države podpisnice, da ustvarjajo zakonodaje, organizacijske in finančne pogoje za varno obratovanje jedrskih objektov.

Intenzivno je bilo zlasti sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo (MAAE). URSJV je sodelovala pri delu najvišjega organa MAAE Generalne konference in tudi zasedanj sveta guvernerjev. Sodelavci URSJV kot tudi drugi strokovnjaki iz R Slovenije so sodelovali pri pripravi dokumentov, ki se oblikujejo v okviru Agencije, kot npr.: Konvencija o varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki. Najbolj obsežno je bilo sodelovanje na področju izvajanja programa tehnične pomoči in sodelovanja ter na področju nadzora jedrskega materiala.

MAAE organizira veliko število strokovnih seminarjev in delavnic. Številnih so se udeležili tako delavci URSJV, kot tudi drugi slovenski strokovnjaki s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji.

URSJV je tudi posvečala veliko pozornosti strokovnemu usposabljanju svojih delavcev. Ti imajo na voljo sodobno informacijsko tehnologijo, z možnostjo dobivanja potrebnih podatkov v realnem času in sodobne računalniške programe za varnostne analize. URSJV je tudi finančno podprla širjenje znanja iz jedrske in radiološke varnosti ter njegovo širšo uporabo.

Osnovni vrednoti URSJV pri informiranju javnosti sta odprtost in verodostojnost informacij. URSJV poskuša tehtno in zanesljivo informacijo posredovati zainteresiranim skupinam, medijem in državljanom preko tiskovnih konferenc, izjav za tisk, s sodelovanjem v medijskih diskusijah, aktivnim sodelovanjem na domačih in mednarodnih srečanjih, simpozijih in kongresih, z izdajanjem publikacij, obveščanjem preko interneta ter z neposrednimi stiki z zainteresiranimi.

V letu 1996 je bilo opravljenih v NE Krško sto štirinajst rednih inšpekcijskih pregledov, dva izredna inšpekcijska pregleda in šest inšpekcijskih pregledov s pooblaščenimi organizacijami v zvezi z zbimo strokovno oceno po koncu remonta 1996, skupaj torej sto dvaindvajset inšpekcijskih pregledov. Opravljena sta bila tudi dva inšpekcijska pregleda raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II in prehodnega skladišča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov na Reaktorskem centru v Brinju in štirje ogledi prepakiranja radioaktivnih snovi v opuščeni karavli pri Zavrnatcu, ki je potekalo med 2. in 15.9.1996.

Iz dosedanjih izkušenj in dejstev inšpekcija ugotavlja, da remonta dela, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po remontu 96, ki se je končal v začetku junija tega leta, ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam, oziroma so v skladu s pogoji sprejemljivosti v odobrenih postopkih. To lahko povzamemo tudi iz poročil pooblaščenih organizacij in mnenj, ki so bila obravnavana na posebnih inšpekcijskih pregledih skupaj z NE Krško in pooblaščenimi organizacijami.

Inšpekcija je tudi ugotovila, da je obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II Reaktorskega centra Brinje Instituta Jožef Stefan v letu 1996 ustrezalo obratovalnim pogojem in omejitvam.

Radioaktivni odpadki v začasnem skladišču nizko- in sredneradioaktivnih odpadkov v NE Krško in v prehodnem skladišču radioaktivnih odpadkov Reaktorskega centra v Brinju se skladiščijo v skladu z zakonodajo, evidence se vodijo korektno in dosledno.

V skladu z Uredbo o določitvi režima izvoza in uvoza določenega blaga (Ur. l. RS št. 75/95) po kateri URSJV izdaja tudi uvozna dovoljenja za jedrske in radioaktivne snovi, so bila izdana uvozna dovoljenja za uvoz 36 gorivnih elementov za NE Krško ter 428 dovoljenj za promet z radioaktivnimi snovmi od tega štiri dovoljenja za izvoz, dve dovoljenji za večkratni uvoz ter 422 dovoljenj za enkratni uvoz.

Samo sodelovanje Slovenije z MAAE na področju varovanja jedrskih materialov je po zagotovilih predstavnikov MAAE, ki so zadalženi za Slovenijo, dobro. MAAE nima nobenih pripomb. Nadzor nad jedrskim materialom je skladen s politiko o neširjenju jedrske oborožitve. Vsi postopki v Sloveniji potekajo tehnično in administrativno na osnovi obstoječe zakonodaje ter mednarodnih sporazumov.

NE Krško je v letu 1996 nadaljevala delo na posodobitvi ter delni zamenjavi členov sistema fizičnega varovanja jedrskih materialov in objektov.

V letu 1996 je bilo v Sloveniji proizvedeno 11.5 TWh neto električne energije za približno 2.5 % manj kot leto poprej, delež električne energije iz jedrske elektrarne 4.4 TWh neto pa je bil manjši za približno 1.6 %. Delež proizvedene električne energije iz jedrske elektrarne je 37.9 %. Jedrski delež pokriva 22 % potreb električne energije v Sloveniji. Izkoriščenost in razpoložljivost NEK sta bili na visoki ravni, in sicer približno 81 % oz. 80 %. Število prisilnih ustavitov ter število izrednih dogodkov v letu 1996 je bilo nekoliko pod povprečjem elektrarne. Če pogledamo vzroke ustavitov,

zmanjšanja moči oz. izrednih dogodkov lahko zasledimo tudi dogodke, ki niso povzročeni z odpovedjo ali okvaro opreme elektrarne, ampak s človeškim faktorjem, kot so vzdrževalna dela.

Zanesljivost goriva v NEK se je po zadnjih nekaj letih padanja močno izboljšala. Indikatorji poškodbe goriva kažejo na to, da se med remontom v letu 1996 po 12 gorivnem ciklu niso izločili vsi gorivni elementi s poškodbami. Obseg poškodb goriva se je povečal glede na prvo polovico tudi ob koncu v 13 ciklov, kar je povzročilo povečanje kontaminacije primarnega hladila z uranom.

Bazen izrabljenega goriva se polni manj kot je v projektni fazi predvideno zaradi daljših gorivnih ciklov. Napovedi so ugodne in kažejo, da bo obstoječa zmogljivost zadostovala do leta 2004. Prirastek v letu 1996 je znašal 28 gorivnih elementov. Skupno število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo NEK je na koncu leta znašalo 470.

V letu 1996 so vskladiščili 476 sodov z nizko in sredneradioaktivnimi odpadki (NSRAO). Skupaj jih je v dosedanjem obratovanju elektrarne nastalo 12324 sodov ali 2588 m³.

Povprečna efektivna doza radiološko nadzorovanega dela delavcev v NEK in pod izvajalcev v letu 1996 je znašala 2.26 mSv, kar je približno 4.5 % predpisane mejne vrednosti za delavce, ki delajo v področju ionizirajočih sevanj oz. 11.3 % po novejših priporočilih ICRP. Največjo efektivno dozo je prejel en delavec ob času remonta, in sicer 14.67 mSv. Glede na področje dejavnosti, so bili najbolj izpostavljeni delavci vzdrževanja (90 % celotne doze). Izračunana kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene neto električne energije je 4.00 človek Sv/GWleto, kar je največ v zadnjih treh letih (leta 1993 3.89 človek Sv/GWleto, leta 1994 1.6 človek Sv/GWleto in leta 1995 2.69 človek Sv/GWleto). Če to vrednost primerjamo s povprečno vrednostjo 4.3 človek Sv/GWleto za tlačnovodne reaktorje v svetu vidimo, da je obsevanost delavcev manjša od svetovnega povprečja (UNSCEAR 1993). Prav tako je kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene električne energije v NEK manjša, kot je povprečje za Združene države Amerike (6.02 človek Sv/GWleto).

Degradacija uparjalnih cevi se približuje meji začepljenosti 18 %, ki glede na varnostne analize predstavlja mejo pod katero še ni potrebno zmanjševati moč. Z uporabo tehnike vstavljanja tulcev se delež začepljenih cevi vzdržuje pod to mejo oz. se je v letu 1996 celo zmanjšal tako, da je povprečna začepljenost po remontu v letih 96 13.15 %. Pojav degradacije cevi je skupen za vse tovrstne elektrarne. Vstavljanje tulcev kot oblika revitalizacije nekaterih prekomerno obrabljenih cevi predstavlja ustajen tehnološki poseg. NEK je zaradi stanja uparjalnikov objavila razpis dejavnosti za njihovo zamenjavo ter izbrala dobavitelja, Konzorcij Siemens - Framatone kot dobavitelja nove opreme.

Verjetnostna varnostna analiza je prinesla veliko spoznanj o varnosti NE Krško. Pokazala je, da NE Krško ne ogrožajo varnostni problemi, ki ne bi bili že znani v drugih zahodnih elektrarnah. Podobno kot v drugih elektrarnah so se identificirala razmerja dejavnikov tveganja oz. dejavniki jedrske varnosti, ki so rahlo različna od tistih v zgodnjih 70 letih. Tudi za NE Krško namreč velja, da so poleg t.i. projektnih neugod za jedrsko varnost zelo pomembni prehodni pojavi, ki niso na mejah varnega obratovanja. Ustrezen in zanesljiv odziv elektrarne je tudi v teh primerih zelo pomemben.

V cilju izboljšanja varnosti elektrarne je NEK izvedla okoli 30 modifikacij na opremi in sistemih elektrarne.

Nadzor vpliva NE Krško na okolje je v letu 1996 potekal po ustaljenem programu. NEK nadzorovano izpušča v okolico tekoče in plinaste radioaktivne snovi. V letu 1996 so tekočinski izpusti

predstavljali nekaj čez 46 odstotkov letne mejne količine in so bili nižji od povprečne vrednosti za preteklo obratovalno obdobje. V plinastih izpustih so prevladovali radioaktivni žlahtni plini. V letu 1996 je bilo v zrak izpuščeno 11.5 % mejne količine žlahtnih plinov. Glavni vzrok so že omenjene poškodbe srajčkov gorivnih palic v reaktorju v drugi polovici 12 cikla. Ugotovitve radiološkega nadzora v okolici NEK kažejo, da so bile ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij pod mejnimi vrednostmi. Letna doza, ki jo je prejel človek, ki živi v okolici NEK je bila nižja od 0.5 % letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov.

Rezultati programa nadzora za ugotavljanje ostalih vplivov NE Krško na kakovost vode reke Save in na podtalnico kažejo, da ni bilo opaznega negativnega vpliva obratovanja NE Krško.

NEK je tudi v tem letu izvajala strokovno usposabljanje obratovalnega in drugega osebja v skladu s končnim varnostnim poročilom in internimi postopki.

Raziskovalni reaktor TRIGA, s toplotno močjo 250 kW, v Podgorici pri Ljubljani je v letu 1996 z obratovanjem proizvedel 400.9 MWh toplotne energije. Od 407 zaustavitev je bilo sedem nenačrtovanih: ena zaustavitev je bila zaradi izpada črpališča hladilne vode za reaktor, šest pa zaradi izpada električne energije.

V reaktorski zgradbi se je ob koncu leta nahajalo 313 različno izrabljenih gorivnih elementov na različnih lokacijah.

Celotna aktivnost odpadkov v Prehodnem skladišču radioaktivnih odpadkov v Podgorici se je zaradi "ohlajanja" (razpada) bolj kratkoživih radionuklidov v 1996 letu zmanjšala glede na prehodno leto, kljub skladiščenju novih radioaktivnih odpadkov.

Nadzorne meritve radioaktivnih izpustov in radioaktivnosti v okolju ob Reaktorskem centru v Podgorici v letu 1996 so izvajali na osnovi programa, ki ga je potrdila URSJV. Glavni izpusti v okolje so bili sproščanje Ar-41 v ozračje (prezračevanje zaščitnega sistema reaktorja in izpusti tekočih efluentov v reko Savo, pretežno iz laboratorija za radiokemijo. Konservativna ocena letne efektivne doze na posameznika iz prebivalstva, ki živi v bližini lokacije reaktorja, je dala za leto 1996 sledeče vrednosti: 0.3 mikroSv zaradi inhalacije AR-41 in 1.0 mikroSv ob predpostavki, da posameznik pije vodo neposredno iz reke Save.

Sredstva, ki jih je republiški proračun namenil financiranju izpeljave Programa prenehanja izkoriščanja uranove rude v RŽV, niso omogočila izvedbe večjega dela aktivnosti iz programa za leto 1996. Obenem je priprava ustrezne dokumentacije in analize za izpeljavo programa močno kasnila. Priporočila misij MAAE in zahteve URSJV še niso bile izpolnjene. Meritve radioaktivnosti v okolju so tudi v šestem letu po ustavitvi rudarjenja pokazale, da je prenehanje izkoriščanja uranove rude le delno zmanjšalo vpliv RUŽV. Večjih sprememb tudi ni realno pričakovati, dokler ne bodo dokončno urejena vsa sedanja jalovišča. Emisija radio-nuklidov s tekočimi iztekami se je v zadnjem letu precej zmanjšala, kar velja tudi za celoletne izpuste radona iz jame in jalovišča na Borštu.

Najpomembnejši vir radioaktivnega onesnaževanja v okolju RUŽV še vedno ostaja radon ²²²Rn s svojimi kratkoživimi potomci, ki prispevajo več kot 4/5 dodatne izpostavljenosti ali v povprečju 0.26 mSv. Na vse ostale prenosne poti, kot so inhalacija dolgoživih radionuklidov, vodna in kopna prehrabena pot ter zunanje obsevanje, odpade preostali delež dodatne obremenitve ali manj kot 0.06 mSv na leto. Prejeta efektivna doza za odrasle prebivalce predstavlja eno tretjino mejne vrednosti 1 mSv na leto za celotno življenjsko obdobje, kot jo predpisujejo še vedno veljavni zvezi Pravilnik o mejah doz, ki jih ne sme presegati sevanje (Ur. l. SFRJ št. 31/87) in tudi najnovejša mednarodna priporočila ICRP 60 (1991) oziroma BSS (1996). V primerjavi s celokupno izpostav-

Ijenostjo sevanju predstavlja prispevek RUŽV okoli 6 % od povprečne obremenitve od naravnega sevanja v tem okolju (okrog 5.5 mSv na leto).

V stari italijanski vojašnici, v bližini vasice Zavratac, so bili shranjeni radioaktivni odpadki, ki so nastali leta 1961 kot posledica čiščenja onesnaženih prostorov z radijem - 226 na Onkološkem inštitutu v Ljubljani. Maja 1996 je Institut "Jožef Stefan" z Agencijo RAO sklenil pogodbo za izvedbo druge faze sanacije skladišča radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču. V skladu s to pogodbo so bili vsi odpadki izmerjeni in prepakirani v nove sode, ustrezno označeni in vrnjeni v začasno shrambo. Nato je bilo skladišče ponovno zazidano, vsi ostali prostori pa izpraznjeni in zaklenjeni.

Agencija RAO se je leta 1996 preoblikovala iz javnega podjetja v javni gospodarski zavod. Velik del svojega delovanja je v tem letu posvetila pripravi strokovnih podlag za izvajanje dejavnosti za pridobitev lokacije za odlagališče RAO. Na področju komuniciranja z javnostjo je Agencija izdala knjigo Radioaktivni odpadki - z znanjem proti strahu. S knjigo želijo zmanjšati bojazen pred radioaktivnimi odpadki. Konec leta se je Agencija predstavila tudi na internetu.

Na povabilo URSJV sta se v Sloveniji mudili dve misiji Mednarodne agencije za atomsko energijo: IPPAS (International Physical Protection Advisory Service) in ASSET (Assessment of Safety Significant Events Team). Misija IPPAS je predvsem namenjena preverjanju usklajenosti domače zakonodaje in prakse z mednarodnimi konvencijami in priporočili s področja fizične zaščite jedrskih objektov in materialov, predvsem seveda tistimi, izdanimi s strani oz. v okviru MAAE. ASSET misija pa je pregledala in ocenila poročilo o samo-ocenjevanju ("Self Assessment Report"), v katerem je NE Krško obdelala obratovalne dogodke v zadnjih 5 letih. Poleg tega je MAAE omogočila strokovni pregled in oceno geoloških, tektonskih in seizmoloških raziskav ter verjetnostnih varnostnih analiz NE Krško glede na zunanje začetne dogodke. Oba pregleda sta opravili skupini mednarodnih strokovnjakov v okviru MAAE programa "inženirski varnostni pregled notranje in zunanje ogroženosti" - ESRS (Engineering Safety Review Service). Poročila in recenzije vseh misij bodo omogočila izboljšanje kakovosti varnostnih študij in posredno večjo varnost NE Krško.

Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje je pristojna za izdelavo državnega načrta zaščite in reševanja ter ukrepanja v primeru izrednega dogodka na nivoju države in zunaj ograje NE Krško. URSJV ima svoj "Načrt ukrepov" (NU), ki določa način alarmiranja in poseben način organiziranja URSJV, da je sposobna izpolniti vse svoje funkcije. Namen NU je predpisati delovanje URSJV v primeru izrednega dogodka, ki v takšnem primeru nudi podporo državnim organom, še posebej pa Štabu za civilno zaščito RS. V letu 1996 je bila opravljena druga revizija NU, ki se sestoji iz 31 postopkov.

NE Krško je odgovorna za pripravo svojega Načrta ukrepov za primer izrednega dogodka (NUID) in na njem temelječih postopkov in za njegovo izvajanje, tako v tehničnem kot organizacijskem smislu.

Agencija za jedrsko energijo pri Organizaciji za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD/Nuclear Energy Agency) je zasnovala cikel vaj za preizkus pripravljenosti ob izrednem dogodku. Ta cikel se imenuje "INEX-2". Prva vaja iz ciklusa "INEX-2" je bila švicarska državna vaja, ki se je dogajala 7. novembra v švicarski jedrski elektrarni Leibstadt z vrelododnim reaktorjem izhodne električne moči 1030 MW. Vaja je potekala na državnem (švicarskem) in na mednarodnem nivoju, ki sta bila med seboj komunikacijsko ločena. Namen vaje v mednarodnem merilu je bil preizkus odziva sosednjih ali bolj oddaljenih držav v primeru jedrske nesreče. V vaji je prvič sodelovala tudi Slovenija.

Na podlagi 14. člena zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Ur. l. SRS št. 28/80) je Republiški komite za energetiko, industrijo in gradbeništvo oz. Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, kot pravni naslednik, pooblastila z odločbo strokovne in raziskovalne organizacije, da se v okviru svojih dejavnosti in usposobljenosti pooblašča za opravljanje določenih nalog s področja jedrske in radiološke varnosti na območju R Slovenije. Do sedaj je bilo pooblaščenih dvanajst strokovnih organizacij iz Slovenije, Hrvaške in Avstrije. Pooblaščenice organizacije predstavljajo pomemben del nadzora nad obratovanjem, dograditvami in izboljšavami ter vzdrževalnimi deli na jedrskih objektih. S svojim delom dopolnjujejo inšpekcijo za jedrsko varnost, ki kadrovsko ne bi mogla sama pokriti vseh dejavnosti v jedrskih objektih, ki so povezane z jedrsko varnostjo. Poleg intenzivne kontrole izvajanja del v času remonta v NE Krško opravljajo pooblaščenice organizacije študijske naloge v zvezi z jedrsko energijo ter nenehno skrbijo za izpopolnjevanje lastnega znanja.

Pool za odškodninsko zavarovanje in pozavarovanje jedrskih tveganj - GIZ, združuje zavarovalnice zaradi skupnega prevzemanja izjemnih rizikov, ki nastanejo v primeru velikih vrednosti zavarovanega premoženja oz. velikih ekonomskih posledic morebitnih nesreč. V tem letu iz tega naslova ni bilo odškodninskega zahtevka.

Meritve radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji obsegajo vsako leto merjenje splošne radioaktivne kontaminacije, ki je posledica nekdanjih jedrskih poskusov v ozračju in jedrske nesreče v Černobilu. Nadalje obsegajo nadzor radioaktivnosti v neposrednem okolju objektov in naprav, ki s svojim obratovanjem povzročajo povišane ravni sevanja v okolju. Tu sem spadajo predvsem objekti iz jedrskega gorivnega kroga (nuklearna elektrarna, raziskovalni reaktor, prehodno skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, rudnik in predelava urana). Tudi tehnološko spremenjena naravna radioaktivnost je občasno predmet nadzora radioaktivnosti v okolju, predvsem velja to za odlagališča pepela iz termoelektrarn.

Rezultati meritev splošne kontaminacije v okolju tudi v letu 1996 niso pokazali bistvenih sprememb; v nekaterih vzorcih je vsebnost dolgoživih fisijskih radionuklidov celo zdrknila na predčernobilsko raven. Dodatno prejeta doza posameznikov iz prebivalstva iz tega vira je v letu 1996 znašala 0.06 mSv. Rezultati študije iz leta 1996 o kontaminaciji tal s cezijem - 137 v Sloveniji (izdelana je bila karta Cs-137 za stanje neposredno po černobilski nesreči in karta Cs-137 na osnovi meritev deset let kasneje) so ustrezna osnova za vrednotenje sedanje radioaktivnosti v okolju. Letna doza zaradi zunanjega sevanja je bila merjena v večjih mestih v Sloveniji. V Ljubljani (TLD meritve) je znašala 844 mikroSv, od česar je dejanski prispevek Černobila k zunanjemu obsevu za odraslega prebivalca znašal 54 mikroSv.

Jedrski objekti v Sloveniji prispevajo k radioaktivnosti v okolju na ravni doseganih ugotovitev: posamezniki iz skupine prebivalstva prejmejo letno največ sevanja v okolici nekdanjega rudnika urana na Žirovskem vrhu (0.32 mSv), nato v okolice jedrske elektrarne v Krškem (0.01 mSv), najmanj pa v okolici raziskovalnega reaktorja v Podgorici (0.001 mSv). Obsevna obremenitev prebivalstva v okolju teh objektov je torej nekajkrat nižja od pripadajočih letnih mejnih doznih vrednosti.

Nadzor nad viri ionizirajočega sevanja in za varstvo pri delu z njimi opravlja Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije (ZIRS).

V Sloveniji je bilo v letu 1996 pod redno dozimetrično kontrolo evidentiranih 3788 oseb, in sicer v zdravstvu 1880 oseb, v gospodarstvu 458 oseb, v Nuklearni elektrarni Krško 889 oseb, v Rudniku Žirovski vrh 31 oseb, ostalih 561 oseb pa je bilo

nadzorovanih v drugih institucijah (MNZ, Carina, URSJV, ZIRS, IJS ipd.). V celotnem letu je 2845 delavcev (75 %) prejelo manjše doze od 1 mSv, 769 delavcev (20 %) je prejelo letno dozo med 1 in 4.99 mSv, 174 delavcev (5 %) je prejelo več kot 5 mSv, vendar ni nihče prejel večje doze od 30 mSv. Ti delavci so bili v glavnem iz Nuklearne elektrarne Krško, ki so opravljali remontna dela, kirurgi pri interventni radiologiji, ter delavci pri industrijski radiografiji in v Onkološkem inštitutu. Nekateri delavci v Onkološkem inštitutu (13 oseb) in v Kliniki za nuklearno medicino (4 osebe) so uporabljali tudi termoluminescentne dozimetre na rokah. Nihče ni prejel več od predpisane letne omejitve 50 mSv. Rentgenske preiskave največ prispevajo k obsevanosti prebivalstva zaradi uporabe umetnih virov ionizirajočega sevanja.

Skupno je Zdravstveni inšpektorat izdal 59 dovoljenj za nabavo in uporabo zaprtih in odprtih virov sevanj ter 64 dovoljenj za uporabo RTG naprav. Odpisanih je bilo 28 RTG naprav.

Znanstveni odbor Združenih narodov za učinke atomskega sevanja (UNSCEAR) stalno zbira podatke o izpostavljenosti prebivalstva sevanju iz vseh virov. Te podatke je v letu 1996 delno prispevala tudi Slovenija. Izkazalo se je, da v Sloveniji v praksi ne izvajamo take statistike podatkov, ki bi omogočala izpolnitev vprašalnika v celoti. Posebej to velja za medicinske preiskave.

Ministrstvo za notranje zadeve namenja posebno pozornost NE Krško oz. preprečevanju dejavnosti, ki bi lahko kakorkoli ogrozile varnost teh objektov ter sodeluje pri usposabljanju in preverjanju varnostnikov, ki delajo v varnostni službi NE Krško.

Na osnovi informacij, ki jih posreduje Mednarodna agencija za jedrsko varnost je v svetu ob koncu leta 1996 obratovalo 442 jedrskih elektrarn v 31 državah. Te elektrarne so proizvedle več kot 2300 TWh električne energije oz. 17 % svetovne proizvodnje električne energije.

V letu 1996 je informacijski sistem Mednarodne agencije za atomsko energijo INES - Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov, prejela 66 poročil o dogodkih v jedrskih objektih, ki jih je prispevalo 59 držav. Od teh 66 poročil sta bila dva izven lestvice in se ne štejeta. 28 jih je bilo stopnje 0, 25 stopnje 1, 10 stopnje 2 in tri stopnje 3. Dogodkov višje stopnje kot 3 ni bilo. INES lestvica ima 7 stopenj.

Upravni organi v Republiki Sloveniji v letu 1996 niso ugotovili nepravilnosti pri obratovanju jedrskih objektov, transportu jedrskih in radioaktivnih materialov, uporabi sevanja pri razvoju in raziskavah, zdravstvu ter industriji, ki bi lahko ogrozile varnost ali negativno vplivale na okolje ali zdravje prebivalstva in poklicno izpostavljenih oseb.

1. UVOD

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) opravlja upravne in strokovne naloge, ki se nanašajo na jedrsko in radiološko varnost jedrskih objektov; na promet, prevoz in ravnanje z jedrskimi in radioaktivnimi materiali; na nadzor in materialno bilanco jedrskih materialov; na fizično zaščito jedrskih materialov in jedrskih objektov; na odgovornost za jedrsko škodo; na usposobljenost uporabnikov jedrskih objektov in njihovo šolanje; na zagotovitev kvalitete s tega področja; na zagotovitev radiološkega monitoringa; na zgodnje obveščanje ob jedrskih in radioloških nesrečah; na mednarodno sodelovanje na področju dela uprave ter na druge naloge, določene s predpisi; nadzoruje izvrševanje zakonov, drugih predpisov in splošnih aktov, ki urejajo področje jedrske varnosti.

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije nadzoruje na področju virov ionizirajočih sevanj izvrševanje zakonov, drugih predpisov in splošnih aktov, ki urejajo zdravstveno sanitarno, zdravstveno higiensko in zdravstveno ekološko varstvo prebivalstva; izvršuje zdravstveni nadzor nad bivalnim in delovnim okoljem in drugod, kjer je vpliv na človeka neposreden.

Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje opravlja upravne in strokovne naloge, ki se nanašajo na urejanje, priprave in delovanje sistema varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, obveščanje in alarmiranje, reševanje ter na odpravljanje in sanacijo posledic nesreč.

Med redne oblike poročanja Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije sodi tudi poročilo o jedrski in radiološki varnosti v Republiki Sloveniji v letu 1996.

Da bi ohranjali obvladljiv obseg teksta poročilo namenoma obravnava nove tematske enote (glede na prehodna poročila) nekoliko bolj obširno glede na njihov relativni pomen, redna letna poročila pa bolj v zgoščeni obliki.

Uvodno poglavje poročila o jedrski in radiološki varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1996 podaja kratek pregled vsebine poročila po poglavjih.

Drugo poglavje obravnava pregled dela URSJV oz. Aktivnosti, ki so potekale v sklopu pristojnosti, ki jih ima URSJV. Ta ima poleg upravnih in strokovnih nalog močno razvito mednarodno sodelovanje, saj lahko svojo osnovno dejavnost kakovostno opravlja le z uporabo najnovejših spoznanj in informacij o dogajanju na področju jedrske energetike in varnosti v svetu.

Tretje poglavje o "Obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji" podrobno obravnava obratovanje jedrske elektrarne v Krškem v letu 1996, in sicer glavne obratovalne podatke, ustavitve in razloge, zakaj je prišlo do njih, podatke o gorivu, o stanju izrabljenega goriva, o radioaktivnih odpadkih, ki so shranjeni v elektrarni in o sevalnih dozah osebja. Tu so opisane tudi modifikacije v NE Krško in izpuščanje radioaktivnih snovi ter vpliv radioaktivnosti zaradi delovanja NE Krško na okolje. Obravnavan je tudi raziskovalni jedrski reaktor TRIGA na Inštitutu 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 male uporabnike in nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra, nadzor Rudnika Žirovski vrh ter stanje v začasnem skladišču radioaktivnih odpadkov Zavrtec, po opravljeni drugi fazi sanacije.

Četrto poglavje obravnava delo Agencije RAO in v tem okviru tudi potek izbire lokacije za odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov.

Peto poglavje obravnava uveljavljanje priporočil treh mednarodnih misij s področja jedrske varnosti, ki so bile v letu 1993 v Sloveniji, ter delo strokovnih misij IPPAS, ASSET in ESRS, ki so bile v Sloveniji v letu 1996.

Šesto poglavje obravnava načrt ukrepov v primeru izrednega dogodka ter aktivnosti, za katere sta zadolžena URSZR in URSJV. Posebno vlogo v primeru izrednega dogodka ima Ekološki laboratorij z monilno enoto (ELME). Predstavljen je tudi potek mednarodne vaje "INEX-2".

V sedmem poglavju je predstavljeno delo pooblaščenih organizacij v letu 1996.

Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije, v osmem poglavju, je prikazana z rezultati rednega nadzora radioaktivnosti. Poudarjen je tudi monitoring v okolici jedrskih objektov.

V devetem poglavju je opisan nadzor, ki ga je opravil Zdravstveni inšpektoriat Republike Slovenije nad viri ioniziranih sevanj in nad delom z njimi. Zajet je nadzor nad RTG napravami v zdravstvu in industriji, nad uporabo zaprtih in odprtih virov sevanja v zdravstvu, nad zaprtimi viri sevanj v gospodarstvu, ionizacijskimi javljalniki požara ter nad prevozom radioaktivnih snovi.

Poročilo o dejavnostih Ministrstva za notranje zadeve na področju jedrske varnosti v letu 1996 je podano v poglavju deset.

Nauki in razmisleki po javnih polemikah o jedrski energiji v Sloveniji

v letih 1995/1996 so podani v enajstem poglavju.

Dvanajsto 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 1996. Omenjeno je še delo MAAE misij. Prikazani so tudi mednarodni trendi v proizvodnji električne energije v jedrskih objektih ter predstavljene polemike za in proti takšni proizvodnji.

2. PREGLED DELA URSJV

2.1. UVOD

Zakon o organizaciji in delovnem področju ministrstev (Uradni list RS, št. 71/94), opredeljuje v 6. odstavku 11. člena naslednje pristojnosti Uprave RS za jedrsko varnost:

"Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost opravlja upravne in strokovne naloge, ki se nanašajo na jedrsko in radiološko varnost jedrskih objektov; na promet, prevoz in ravnanje z jedrskimi in radioaktivnimi materiali; na nadzor in materialno bilanco jedrskih materialov; na fizično zaščito jedrskih materialov in jedrskih objektov; na odgovornost za jedrsko škodo; na usposobljenost uporabnikov jedrskih objektov in njihovo šolanje; na zagotovitev kvalitete s tega področja; na zagotovitev radiološkega monitoringa; na zgodnje obveščanje ob jedrskih in radioloških nesrečah; Na mednarodno sodelovanje na področju uprave ter na druge naloge, določene s predpisi; nadzoruje izvrševanje zakonov, drugih predpisov in splošnih aktov, ki urejajo področje jedrske varnosti."

Pravno osnovo za upravne in strokovne naloge s področja jedrske in radiološke varnosti in za inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti dajejo poleg zgoraj navedenega zakona še Zakon o Vladi Republike Slovenije (Uradni list RS, št. 4/93 in 23/96), Zakon o upravi (Uradni list RS, št. 67/94 in 20/95), Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije (Uradni list SFRJ, št. 62/84), 4. člen Ustavnega zakona za izvedbo temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije (Uradni list RS, št. 1/91-I), Zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Uradni list SRS, št. 82/80) ter podzakonski akti in pravilniki na osnovi zgoraj navedenih zakonov in ratificirane ter objavljene mednarodne pogodbe s področja jedrske energije in jedrske varnosti.

2.2. ZAKONODAJA

Jedrska in radiološka varnost ter ukrepi za nujno zagotavljanje so opredeljeni v Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije (Ur. list SFRJ, št. 62/84) ter Zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Ur. list SRS, št. 28/80). Odgovornost za jedrsko škodo in zavarovanje te odgovornosti pa urejajo Zakon o odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SFRJ, št. 22/78 in 34/79) ter Zakon o zavarovanju odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SRS, št. 12/80) ter odloki o določitvi zneskov odgovornosti ter njenega zavarovanja. Delo

na pripravi nove slovenske zakonodaje s tega področja je v dobri meri pogojeno z mednarodnopravnimi pogodbami, katerih status je v letu 1996 bil sledeč:

- nadaljevalo se je delo Stalnega komiteja, ki v okviru Mednarodne agencije za atomsko energijo pripravlja Protokol za spremembo Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo ter Konvencijo o dopolnilnem financiranju. Kljub nekajletnemu delu oba dokumenta do konca l. 1996 še nista bila v celoti pripravljena, pričakuje pa se, da bo v letu 1997 sklicana diplomatska konferenca za njen sprejem. Oba dokumenta bosta predstavljala izhodišča za pripravo zakonodaje s področja odgovornosti za jedrsko škodo;

- zaključili smo prevod Osnovnih mednarodnih varnostnih standardov za varstvo pred ionizirajočim sevanjem in za varnost virov sevanja (BSS), ki so jo interno potrdile vse, pri njenem nastajanju, sodelujoče države. V letu 1996 smo BSS (preko 250 strani) interno lektorirali, zaradi pomanjkanja sredstev pa izdaja slovenskega prevoda ni bila možna; BSS predstavljajo temeljeno gradivo za pripravo pravilnikov s področja radiološke varnosti;

- v letu 1996 je Državni zbor ratificiral Konvencijo o jedrski varnosti (Ur. list RS, št. 16/96), katere obligacijski del prav tako predstavlja osnovo za pripravo zakonodaje;

- v okviru Mednarodne agencije za atomsko energijo pa so v letu 1996 tekla tudi pripravljala dela za pripravo Konvencije o varnosti ravnanja z izrabljenim jedrskim gorivom in varnosti ravnanja z radioaktivnimi odpadki, tudi ta konvencija je predvidena za sprejem v letu 1997, bo pa tudi služila za pripravo in sprejem zakonodaje.

Tudi v okviru PHARE programa so se aktivnosti RAMG misije (2.12.2.) nadaljevale, prvo leto pomoči upravnemu organu, odgovornemu za jedrsko in radiološko varnost je bil v letu 1995 zaključen. Ena izmed točk te pomoči je tudi strokovna pomoč Evropske Unije pri harmonizaciji nove slovenske zakonodaje s smericami in direktivami EU.

V okviru MAAE (formalno pa sicer samostojno) deluje t.i. ILG (International Group of Legal Expert - Mednarodna skupina pravnih strokovnjakov), ki bo v okviru svojega programa ocenila usklajenost nove slovenske zakonodaje z mednarodnimi priporočili in standardi (MAAE) ter prakso razvitih jedrskih držav.

2.3. MEDNARODNI SPORAZUMI

2.3.1. Bilateralni sporazumi

Sporazum med R Slovenijo in R Avstrijo o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti in o vprašanjih

skupnega interesa s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji.

Državni zbor je sporazum ratificiral 1. oktobra 1996, objavljen pa je v Ur. listu RS, MP št. 15/96.

Sporazum predstavlja kvalitetno urejanje odnosov med sosednjima državama na področju zgodnjega obveščanja in posredovanja informacij v primeru radiološke nevarnosti.

Osnovni elementi sporazuma so izraženi v usklajenih aktivnostih obeh držav na področju obveščanja in posredovanja informacij v primeru radiološke nevarnosti, vzpostavitev kontaktnih mest, ki bosta razpoložljivi 24 ur na dan in vzpostavitev radiološkega opozorilnega sistema.

Republika Avstrija sporazuma do konca leta 1996 še ni ratificirala.

Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado R Madžarske o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti.

Državni zbor je sporazum ratificiral dne 26.1.1996, objavljen pa je v Ur. listu RS, MP št. 2/96.

Obe državi, članici Mednarodne agencije za atomsko energijo, sta tudi državi pogodbenici Konvencije o zgodnjem obveščanju o jedrskih nesrečah iz leta 1986, ki poziva države pogodbenice k sklepanju bilateralnih sporazumov s tega področja. Poleg navedene Konvencije je bila, kot osnova za pripravo sporazuma uporabljena tudi odločitev Sveta Evropske Unije o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti.

Sporazum z Madžarsko vzpostavlja kontaktni točki, ki sta razpoložljivi 24 ur dnevno ter zagotavlja redno letno preverjanje sistemov prenosa informacij. Pogodbenici bosta poleg izmenjave informacij v primeru radiološke nevarnosti izmenjavali tudi relevantne podatke s področja jedrske in radiološke varnosti, prav tako pa tudi rezultate meritev radioaktivnosti v okolju.

Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado Kanade o sodelovanju na področju miroljubne uporabe jedrske energije.

Državni zbor je sporazum ratificiral dne 30.1.1996, objavljen pa je bil v Ur. listu RS, MP št. 3/96.

Osnovni elementi sporazuma so izraženi v usklajenih aktivnostih obeh držav na področju:

- miroljubne uporabne jedrske energije in jedrske ter radiološke varnosti
- izmenjave informacij
- izvajanja raziskav in industrijskega sodelovanja
- tehničnega usposabljanja in nujenja tehnične pomoči
- dobave jedrskega materiala in opreme

Poseben poudarek je v sporazumu namenjen pogojem fizične zaščite in sistemu nadzora jedrskega materiala ter prepovedi uporabe jedrskega materiala, opreme in tehnologije, ki bi bila dobavljena po tem sporazumu, za izdelavo vseh jedrskih eksplozivnih naprav.

Na podlagi zgoraj navedenega sporazuma je bil sklenjen tudi **Upravni dogovor med URSJV in Komisijo za nadzor nad atomsko energijo Kanade.**

Upravni dogovor je ratificirala Vlada R Slovenije dne, 21.3.1996, objavljen pa je bil v Ur. listu RS, MP št. 5/96.

Osnovni namen upravnega dogovora je učinkovito izpolnjevanje obveznosti s Sporazuma med Vlado Republike Slovenije in Vlado Kanade o sodelovanju na področju miroljubne uporabe jedrske energije, ki ga Državni zbor ratificiral dne 30.1.1996.

V okviru priprav na sklenitev bilateralnih Sporazumov s **Hrvaško in Italijo** (na področju zgodnjega obveščanja v primeru radiološke nevarnosti) in **Češko, Slovaško in Francijo** (o izmenjavi informa-

cij ter sodelovanju na področju jedrske varnosti) ni bil dosežen pomembnejši napredek. V letu 1996 je pobudo za sklenitev bilateralnega sporazuma podala tudi Južnoafriška Republika, vendar URSJV še ni sprožila postopka za pridobitev pooblastila za pogajanja.

Sporazum med R Slovenijo in Mednarodno agencijo za atomsko energijo o varovanju v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja.

Glej poročilo v točki 7.2.

2.3.2. Multilateralne pogodbe

V okviru MAAE so se v letu 1996 nadaljevala priprave za sprejem nekaterih pomembnih konvencij s področja jedrske varnosti.

- Konvencija o jedrski varnosti

Konvencija je začela mednarodno pravno veljati 24. oktobra 1996. Državni zbor je konvencijo ratificiral dne 1. oktobra 1996. Depozitorju, generalnemu direktorju MAAE, je Slovenija deponirala listino o ratifikaciji dne 20. novembra ter je tako, skladno z določilom konvencije, le-ta začela za Slovenijo mednarodno pravno učinkovati z 18. februarjem 1997.

V konvenciji so opredeljene obveznosti pogodbenic; med njimi naj naštejemo primeroma:

- sprejem ustreznih zakonov, predpisov ter ukrepov,
- zagotovitev ukrepov za pregled obstoječih jedrskih objektov ter izvedbe vseh možnih izboljšav na teh objektih,
- določitev primernih državnih varnostnih zahtev in predpisov, sistema za izdajanje dovoljenj (oz. prepovedi obratovanja), sistema inšpekcije,
- ustanovitev pristojnega upravnega organa
- opredelitev primarne odgovornosti imetnika dovoljenja za varnost jedrskega objekta,
- zagotovitev ustreznih finančnih sredstev ter zadostnega števila kvalificiranega osebja, ki morajo biti na voljo, da bi se podprla varnost vsakega jedrskega objekta,
- sprejem ukrepov za zagotavljanje kakovosti,
- izvajanje celovitih in sistematičnih varnostnih ocen pred gradnjo in prevzemanjem jedrskega objekta kot tudi med njegovo celotno življenjsko dobo,
- zagotovitev varstva pred sevanji delavcev in javnosti v vseh obratovalnih stanjih,
- izpostavitve in vzdrževanje načrtov za pripravljenost ob izrednih razmerah.

Konvencija opredeljuje namen tudi ter način izvedbe pregledovalnih sestankov, na katerih se pregledujejo in obravnavajo poročila pogodbenic o izpolnjevanju določb te konvencije. Najkasneje šest mesecev po začetku veljavnosti konvencije se bo sklical pripravljalni sestanek, na katerem bodo pogodbenice določile:

- smernice o obliki in strukturi poročil,
- datum predložitve takih poročil,
- postopek za pregledovanje

- Protokol za spremembo Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo in

- Konvencija o dopolnilnem financiranju

V okviru MAAE že nekaj let deluje t.i. Stalni komite o odgovornosti za jedrsko škodo, katerega mandat je bil, ob ustanovitvi leta 1990, pripraviti osnutek obeh zgoraj navedenih mednarodno-pravnih instrumentov.

Bistveni elementi

- Protokola o spremembah Dunajske konvencije so v primerjavi s sedaj veljavno Dunajsko konvencijo naslednji:

- koncept jedrske škode je s Protokolom zelo razširjen;
- jedrska nesreča je v Protokolu redefinirana;
- razširjen je obseg uporabe
- primeri izključitve odgovornosti uporabnika so s Protokolom bolj omejeni;

- znesek omejitve odgovornosti uporabnika za vsako jedrsko nesrečo je sedaj s Protokolom močno povečan, in sicer (v opcijah) na:

- * ne manj kot 300 mio SDR (posebnih pravic črpanja) ali
- * ne manj kot 150 mio SDR pod pogojem, da država zagotovi državna sredstva za povračilo jedrske škode za razliko do višine najmanj 300 mio SDR.
- * ne manj kot 100 mio SDR za jedrsko nesrečo, ki se zgodi v času največ 15 let od datuma, ko je bil ta Protokol odprt za podpisovanje; znesek, ki je manjši od 100 mio SDR, je lahko določen pod pogojem, da država zagotovi državna sredstva za povračilo jedrske škode do višine najmanj 100 mio SDR (ta možnost je dana predvsem državam v tranziciji z šibkejšimi ekonomijami).

- roki za vložitev tožbe oz. roki, po katerih preneha pravica do odškodnine so podaljšani;

Poleg zgoraj naštetih sprememb in dopolnitev veljavne Dunajske konvencije je v Protokolu še cela vrsta drugih, ki pa na splošno prilagajajo režim Dunajske konvencije Pariški konvenciji.

- Konvencije o dopolnilnem financiranju so:

- Definicije v splošnem sledijo definicijam revidirane Dunajske konvencije;

- Konvencija se uporablja za jedrske škode, za katere je uporabnik jedrske naprave (v mirolobne namene), ki se nahaja na ozemlju pogodbenice, odgovoren ali po Pariški ali Dunajski konvenciji ali tako odgovornost predvidena njegova domača zakonodaja;

- Finančne zaveze glede sredstev, ki morajo biti zagotovljena za jedrsko škodo pri posamezni jedrski nesreči, so sledeča:

- pogodbenica, kjer je jedrska naprava, mora zagotoviti razpoložljivost 300 mio SDR (preko nacionalne zakonodaje ob izpolnjevanju zavez iz Dunajske ali Pariške konvencije) ali
- pogodbenica konvencije lahko ustanovi za obdobje največ 10 let od dneva, ko bo konvencija odprta za podpisovanje, tranzicijski znesek v višini najmanj 150 mio SDR za jedrsko nesrečo, ki bi se zgodila v tem obdobju, (ta opcija je namenjena državam v tranziciji s šibkimi ekonomijami);
- poleg zgoraj navedenih sredstev morajo pogodbenice zagotoviti javna (državna) sredstva v skladu s posebno formulo iz IV. člena (člen III. konvencije)

- Formula za izračun prispevkov dopolnilnega financiranja predstavlja

- zmnožek instalirane jedrske moči pogodbenice v MW s 300 SDR za posamezno enoto instalirane toplote jedrske moči

- 10 % celotnih sredstev zbranih od vseh držav pogodbenic po zgornji alineji, ki se jih pomnoži s prispevkom države pogodbenice v sistem OZN, kot je določen v letu pred nastopom jedrske nesreče;

- obvestilo o jedrski škodi mora država pogodbenica, katere sodišče je pristojno za reševanje tožbenih zahtevkov, posredovati drugim državam pogodbenicam takoj, ko je predvidljivo, da bo

škoda povzročena s tako nesrečo presegla 300 mio SDR (nacionalni znesek) in da bodo potrebna sredstva iz naslova dopolnilnega financiranja;

- Dodelitev sredstev fonda se bo izvajala tako, da bo 50 % sredstev namenjenih za kompenzacijo zahtevkov za škodo, utrpljeno v ali zunaj države naprava, 50 % razpoložljivih sredstev pa bo namenjenih za kompenzacijo zahtevkov za škodo, utrpljeno zunaj države naprave ob pogoju, da taki zahtevki niso pokriti iz prvih 50 % fonda.

- Konvencija o varnem ravnanju z izrabljenim jedrskim gorivom in radioaktivnimi odpadki.

Konvencija je bila pripravljena v razmeroma kratkem času. Razloge za to gre iskati v nesporni zavzetosti držav članic MAAE (v katere okviru se konvencija tudi pripravlja) za ureditev tega področja ter v dejstvu, da so osnovna izhodišča te konvencije sorodna izhodiščem Konvencije o jedrski varnosti.

Namen konvencije je z mednarodno pravnim mehanizmom in nacionalnimi ukrepi doseči in ohraniti visoko raven varnega ravnanja z radioaktivnimi odpadki in izrabljenim jedrskim gorivom po svetu. Vsaka država podpisnica konvencije bo zagotovila zakonodajne, upravne in administrativne pogoje in druge mere za uresničevanje obveznosti po tej konvenciji.

Splošni varnostni poudarki konvencije:

- zahteva pregled obstoječih ali razgrajenih objektov ali naprav in lokacij, ki so bile kontaminirane z radioaktivnimi materiali,
- ureja pogoje mednarodnega transporta in tranzita radioaktivnih odpadkov,
- daje smernice za gradnjo in obratovanje objektov ali naprav v katerih nastajajo ali se hranijo radioaktivni odpadki,
- daje smernice za varstvo pred radioaktivnim sevanjem in za ukrepanje v primeru nesreče,
- navaja ukrepe za varovanje odpadkov in jedrskih naprav po prenehanju obratovanja

- Protokol k Sporazumu o varovanju (Safeguards)

Zaradi nekaterih dogodkov v zvezi z nenadzorovanim širjenjem jedrske tehnologije in njene zlorabe za izdelavo jedrskega orožja je Svet guvernerjev MAAE v sklopu programa 93+2 ustanovil posebni komite z nalogo, da pripravi osnutek modelnega protokola k Sporazumu o varovanju. Namen protokola je izboljšanje učinkovitosti nadzora jedrskega materiala ter jedrske opreme in tehnologije v državah podpisnicah. Komite skuša doseči soglasje glede pooblastil, ki jih podpisnice protokola poverijo MAAE za preverjanje jedrskih aktivnosti v državah podpisnicah. Izdelava Protokola je v teku. Njegove glavne značilnosti pa so naslednje:

- omogočiti učinkovitejši in celovitejši nadzor inšpektorjev MAAE na ozemlju držav pogodbenic
- razširiti dosedanje varovanje tudi na jedrsko opremo, materiale in tehnologijo, ki bi jih bilo mogoče uporabiti za izdelavo jedrskega orožja
- razširiti dosedanje varovanje tudi na t.i. nedeklarirane aktivnosti; (do sedaj je bil dostop inšpektorjev omogočen le do prijavljenih jedrskih objektov in naprav, kot so nuklearne elektrarne in raziskovalni reaktorji, po novem pa bodo imeli pravico dostopa tudi do raziskovalnih inštitutov in drugih organizacij, ki bi se utegnile ukvarjati z nedovoljenimi dejavnostmi)
- omogočiti MAAE dodatne verifikacijske aktivnosti v jedrskih objektih in dovoliti uporabo verifikacijske opreme, materiala in tehnologije vključno z zavarovanjem dokazov o nedovoljenih dejavnostih

Ko bo vzorčno besedilo Protokola potrjeno in sprejeto na organih

MAAE, bo Slovenija, kot država s celovitim Sporazumom o varovanju (ki se nahaja v fazi ratifikacije) ter transparentnim jedrskim programom verjetno pristopila k Protokolu, za kar bo potrebno izpeljati tudi postopek ratifikacije.

2.4. INŠPEKCIJSKI NADZOR NAD JEDRSKIMI OBJEKTI

2.4.1. Splošno

Sektor za inšpekcijski nadzor jedrskih objektov v URSJV 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 in radiološke varnosti pri lokaciji, projektiranju, graditvi, montaži postrojev, pri funkcionalnih in zagonskih preizkusih, poskusnem obratovanju, obratovanju, zagotovitvi kakovosti opravljenih del in vgrajenega materiala, pri nadzoru radioaktivnosti, pri fizičnem varovanju, pri načrtih ukrepov za primer jedrske nesreče, pri strokovni usposobljenosti pogonskega osebja, pri vzdrževanju, revizijah, remontih in spremembah varnostne opreme, materialni bilanci jedrskega materiala in odgovornosti za jedrsko škodo.

Sektor za inšpekcijski nadzor je v letu 1996 pripravil naslednja poročila za "sistem poročanja o dogodkih" (Incident Reporting System), ki so bila poslana Mednarodni agenciji za atomsko energijo:

- o puščanju v uparjalniku in ustavitev reaktorja v maju 1993, ki je vodilo do izrednega remonta 1993,
- o ustavitvi reaktorja zaradi kratkega stika v telefonski centrali, kjer so odpravljala napako v razglasnem sistemu, ki je napajan iz inventarja razreda 1E (dne 10.11.1992),
- o aktiviranu sistema za varnostno vbrizganje in ustavitev reaktorja zaradi okvare varovalke (dne 25.9.1995).

Sektor za inšpekcijski nadzor je v letu 1996 začel s pripravo "Inšpektorskega priročnika", ki vsebuje naslednje postopke za delo inšpektorjev:

- Oblika in vsebina inšpektorskega priročnika,
- Izdelava, pregled in brisanje postopkov,
- Delo inšpektorja,
- Usposabljanje inšpektorja za jedrsko in radiološko varnost,
- Redni inšpekcijski pregled NEK,
- Izredni inšpekcijski pregled NEK,
- Obhod ESF (varnostni sistemi),
- Pristnost in nadzor pri nadzornih testiranjih.

Opravljeni so bili štiri ogledi prepakiranja radioaktivnih snovi v opušeni karavli pri Zavratcu, ki je potekalo med 2. in 15.9.1996. Opažanja pri teh ogledih so zabeležena v treh uradnih zaznamkih (poglavje 3.4.).

2.4.2. Inšpekcijski pregledi v NE Krško

V letu 1996 je bilo opravljeno v NE Krško stoštirinajst rednih inšpekcijskih pregledov, dva izredna inšpekcijska pregleda in šest inšpekcijskih pregledov s pooblaščenimi organizacijami v zvezi z zbirmo strokovno oceno po koncu remonta 1996, skupaj torej stoda in dvajset inšpekcijskih pregledov.

Redni inšpekcijski pregledi NE Krško v letu 1996, ki jih je bilo v povprečju dva tedensko (2.2. na teden) so obsegali:

Obratovanje:

- obhod tehničnih varnostnih sistemov,

- modifikacije v zvezi s programom protipožarne zaščite,
- pridobitev poročila o varnostni oceni modifikacije dieselske protipožarne črpalke,
- status izvrševanja priporočil misije OSART,
- pregled stavbe za izrabljeno gorivo,
- ukrepi za izboljšanje reda in čistoče v prostorih proizvodnega procesa,
- pregled rezultatov kalorimetričnih meritev primarnega in sekundarnega kroga,
- pregled meritev porazdelitve nevtronskega fluksa v sredici,
- pregled podatkov o stanju jedrskega goriva (puščanje, zgorelost goriva ob koncu 12. cikla, projekt nove sredice) in aktivnosti primarnega hladila,
- priprave elektrarne za obratovanje v zimskem obdobju,
- razpakiranje in vizualna inšpekcija goriva
- testiranje naprav za rokovanje z gorivnimi elementi,
- pridobitev dodatnih informacij v zvezi s proženjem prhanja dne 19.6.1995,
- pregled meritev višine proda v reki Savi pred jezo,
- nadzor meritev mulja na vtoku v sistem bistvene oskrbne vode,
- pregled splošnih obratovalnih postopkov,
- predremontni sestanek med NE Krško, pooblaščenimi organizacijami in URSJV,
- priprave na remont 1996,
- pregled termoslike glavnih transformatorjev,
- ogled varnostnih zbiralk in povezav s transformatorji lastne rabe
- ugotavljanje vzrokov za korektivne ukrepe na napravi za napajanje kontrolnih palic,
- pregled skrajšanega poročila o testu tesnosti zadrževalnega hrama,
- delovanje sistema za nadzor vodika v zadrževalnem hramu,
- status puščanja sekundarne strani uparjalnika,

Radiološki nadzor:

- prejeta doza osebja v letu 1995,
- pregled poročila radiološke zaščite o remontu 1996,
- delo oddelka za dekontaminacijo,
- kalibracije merilnikov sevanja,
- pregled plinskih in tekočinskih izpustov radioaktivnih snovi (emisij),
- preveritev delovanja ekološko-informacijskega sistema,
- pregled evidenca in skladiščenja NSRAO,

Vzdrževanje in nadzorna testiranja

- prisotnost pri rednih mesečnih testiranjih dieselskih generatorjev za napajanje v sili (DG1 in DG2),
- postopek za testiranje sekvence obremenjevanja dieselskih generatorjev DG1 in DG2,
- pregled rezultatov nadzornih testov peči za sežiganje vodika v zadrževalnem hramu,
- prisostvovanje nadzornemu testu črpalk pomožne napajalne vode,
- izvajanje programa medobratovnih preizkušanj med remontom 1996,
- pregled rezultatov testiranja turbinskih ventilov,
- testiranje sistema AMSAC (ATWS Mitigation System Actuation Circuit - sistem za omilitev posledic prehodnega pojava zaradi odpovedi za ugasnitev reaktorja),
- vpeljava sistemov za prediktivno odkrivanje okvar,
- postopek atestiranja varilcev,
- postopek za pregled uparjalnikov z metodo vrtničnih tokov,
- pregled rezultatov meritve višin usedlin v uparjalnikih, ki so bile izmerjene med remontom 1995,
- načrtovanje čiščenja uparjalnikov med remontom 1996,
- seznanitev z vzdrževanjem in pregledom dvigalne opreme,
- kalibracija instrumentacije,

- označevanje kalibracije na instrumentaciji,
- dejavnosti na področju preizkušnja motorno upravljenih ventilov,
- organizacija in aktivnosti enote elektrovzdrževanja,
- ugotavljanje vzrokov neoperabilnosti turbinske črpalke pomožne napajalne vode,

Pripravljenost za ukrepanje ob izrednem dogodku

- pregled ocene vaje NEK-95,
- pregled tehničnega podpornega centra in operativnega podpornega centra,
- priprava za vajo NE Krško za primer izrednega dogodka,
- pregled komunikacijskih zvez v primeru izrednega dogodka (žičnih in brezžičnih),

Fizično varovanje

- obhod notranje ograje NE Krško,
- ogled sredstev tehničnega varovanja,

Inženiring in izobraževanje osebja

- pregled načrtovanih modifikacij za obdobje med remontom 1996 in 1997,
- pregled izvedenih modifikacij med remontom 1996,
- pregled načrtovanih modifikacij za remont 1997,
- stanje novega skladišča rezervnih delov in potek preselitve vanj,
- označevanje komponent in sistemov,
- status procesno-informacijskega sistema,
- status dopolnitve Končnega varnostnega poročila z analizami prehodnega pojava brez pričakovane ugasnitve reaktorja,
- status modifikacij na dieselskih generatorjih DG1 in DG2,
- status projekta sušenja usedline evaporatorja v sodih ("in drum drying system"),
- pregled rezultatov analize tveganja ob ustavitvi reaktorja,
- pregled spremljanja potresov,
- pregled načrta izobraževanja osebja za leto 1996,
- izobraževanje operaterjev reaktorja,
- izobraževanje osebja za menjavo goriva,
- status veljavnosti dovoljenj za obratovanje reaktorja za inženirje izmene,

Zagotavljanje kakovosti

- izdelava postopkov iz "Priročnika za zagotovitev kakovosti",
- status internih in zunanjih preverjanj,
- način hranjenja in obdelava radiogramov,
- aktivnosti pri zbiranju podatkov o Inconelu 600 v primarnem krogu,
- obseg del skupine za kontrolo kakovosti med remontom 1996,

V okviru rednih inšpekcijskih pregledov so bili opravljeni še trije tematski inšpekcijski pregledi "Sistema kakovosti" (dne 27.2., 22.8. in 26.9.1996), ki so obravnavali status revizij postopkov NE Krško, status internih in zunanjih preverjanj, poročilo o dejavnostih "Sistema kakovosti" med remontom 1996 in pregled "Načrta zagotovitve kakovosti NE Krško".

Dne 4.5.1996 je bil opravljen pregled dospetja pošiljke 36 gorivnih elementov in 33 regulacijskih svežnjev (kontrolnih palic) na železniški postaji Jesenice. Pošiljka je bila opremljena z ustrežno dokumentacijo. Pošiljka je z rednim tovornim vlakom nadaljevala pot z Jesenic proti Krškem.

Dne 12.6.1996 je inšpektor za jedrsko varnost sodeloval v komisiji za tehnični pregled "Skladišča rezervnih delov in opreme - III. faza poslovnega kompleksa NE Krško".

Dva izredna inšpekcijska pregleda v letu 1996 sta bila v zvezi z

ustavitvijo dejavnosti, ki je potekala med remontom, in v zvezi z ustavitvijo reaktorja NE Krško:

a) Izredni inšpekcijski pregled 1.6.1996 je bil opravljen z namenom, da se pregleda ustavitev dejavnosti NE Krško v zvezi z ugotavljanjem tesnosti gorivnih elementov z metodo puščanja ("fuel sipping"). Ustavitev dejavnosti je bila naložena z odločbo URSJV št. 390-01/96-2-11733/MG z dne 31.5.1996.

b) Dne 16.8.1996 je bil opravljen izredni inšpekcijski pregled NE Krško zaradi pregleda delovanja elektrarne po samodejni vstavitvi reaktorja, ki jo je povzročila pregorela varovalka releja v veji "B" osamitvenega ventila glavne napajalne vode. Zaradi istočasnega testiranja temperaturnega tipala je bil odprt še drugi kontakt v dveh paralenih vejah za napajanje solenoidnega ventila, ki je izpustil zrak in povzročil zapiranje ventila napajalne vode 21137. Nivo v uparjalniku št. 2 se je znižal pod nastavitveno vrednost in povzročil samodejno ustavitev reaktorja.

Šest inšpekcijskih pregledov s pooblaščenimi organizacijami je obsegalo pregled "Zbirne strokovne ocene remonta in menjave goriva 1996 v NE Krško".

Reaktor NE Krško je bil 19.10.1996 ročno ustavljen zaradi sanacije puščanja na sekundarni strani uparjalnika št. 2. Osebja NE Krško je 4.10.1996 opravilo obhod zadrževalnega hrama in ugotovilo, da pušča sekundarna stran uparjalnika (točno mesto puščanja takrat ni bilo znano), vendar je menilo, da je puščanje obvladljivo. Puščanje je postopno naraščalo, tako da je bila NE Krško ustavljena, podrobni pregled pa je pokazal puščanje skozi odprtino, ki je bilo narejena za merjenje temperature pri preizkusih uparjalnika. Odprtina je bila zaprta s pokrovom, vendar je ob tesnilu in pri vijakih izhajala para. Puščanje je bilo sanirano s ponovno obdelavo naležne površine na uparjalniku in zamenjavo tesnila.

Vsi varnostni sistemi za varno ustavitev elektrarne so delovali v skladu s projektno predvidenimi parametri in jedrska varnost v letu 1996 ni bila ogrožena.

2.4.3. Remont 1996 v NE Krško

V času od 18. maja do 21. julija 1996 je v NE Krško potekal remont 1996. Na kritični poti remonta se je nahajal pregled uparjalnikov, priprave na zažig elektrarne in preizkus tesnosti zadrževalnega hrama. Poseben poudarek inšpekcije za jedrsko varnost je bil dan prav pregledu uparjalnikov, pregledu goriva z ultrazvočno metodo in "sipping" metodo ter pregledu upravnih postopkov, katerih roki so bili vezani na remont 1996. V tem času je bilo opravljenih 35 rednih inšpekcijskih pregledov in en izredni inšpekcijski pregled NE Krško. Pri inšpekcijskih pregledih v zvezi z "remontom '96" so poleg republiških inšpektorjev za jedrsko varnost sodelovali tudi drugi sodelavci Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost. Glede na prejšnje remonte NE Krško je Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost v večji meri nadzirala letošnje remontne aktivnosti, kar je bilo omogočeno z izboljšano kadrovsko zasedbo uprave.

V remont 1996 je bilo vključenih 8 pooblaščenih organizacij (EIMV, IE, IJS, IMK, FS, IMT, IV in Ekonerg), koordinator pooblaščenih organizacij pa je bil Elektroinštitut Milan Vidmar. Obseg del, ki so jih spremljale pooblaščenice organizacije, je bil določen na sestanku med predstavniki URSJV, EIMV in NE Krško, in ki je vseboval: dejavnosti, ki so povezane z zahtevami Tehničnih specifikacij NE Krško, ter naslednje večje komponente: turbina in generator z zaščito, energetski transformatorji, črpalke glavne napajalne vode, črpalke hladilne vode kondenzatorja, kondenzatne črpalke in 400 kV stikala.

Med "remontom '96" so potekali redni tedenski sešanki s predstavniki vseh pooblaščenih organizacij, ki so pisno in ustno poročali o poteku del, ki so jih nadzirali in o planu del za naslednji teden.

Inšpekcija za jedrsko varnost je bila najbolj vključena pri aktivnostih, ki so potekale v zvezi z uparjalniki - pregled priprav za treniranje izvajanja ECT in korektivnih akcij; prisotnost pri poteku ECT testiranja s pregledom postopkov; pregled postopkov za izvajanje korektivnih akcij in podobno. V okviru dejavnosti pri pregledu uparjalnikov, je inšpekcija za jedrsko varnost redno sodelovala tudi s predstavniki obeh pooblaščenih organizacij za to področje - Inštitut Jožef Stefan in Inštitut za kovinske materiale in tehnologije.

Inšpekcija za jedrsko varnost ugotavlja, da so bile med remontom 1996 v glavnem izvršene vse načrtovane aktivnosti iz plana remonta 1996, revizija 3, ki ga je Upravi Republike Slovenije za jedrsko varnost predložila NE Krško ob začetku remonta.

Na podlagi zgoraj omenjenih dejavnosti so pooblaščenice organizacije po končanem remontu izdale pozitivne izjave za ponovno doseganje kritičnosti reaktorja NE Krško, po uspešno opravljenih zagonskih preizkusih pa še izjave za obratovanje elektrarne na moči. Na podlagi teh izjav je koordinator pooblaščenih organizacij, EIMV, dne 19.07.1996 izdal dokument "Zbirna izjava za prehod na ponovno kritičnost reaktorja NE Krško po opravljenem remontu 1996 in menjavi goriva po zaključenem 12. gorivnem ciklu".

21.07.1996 ob 24:00 je bila dosežena druga sinhronizacija generatorja (po opravljenem preizkusu generatorske zaščite in hitrostne zaščite turbine)...

2.4.4. Inšpekcijski pregledi raziskovalnega reaktorja TRIGA

V letu 1996 sta bila opravljena dva inšpekcijska pregleda raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II.

Redni inšpekcijski pregled s sodelovanjem republiškega zdravstvenega inšpektorja dne 22.5.1996 je obsegal:

- vzdrževalna dela in rekonstrukcijo vroče celice,
- potek eksperimentov z reaktorjem,
- priprave na odvoz izrabljenega goriva v ZDA,
- obratovanje reaktorja v letu 1995,
- pregled reaktorske hale in kleti,

Pri pregledu je bilo ugotovljeno, da postopki za dekontaminacijo vročih celic niso izdelani v pisni obliki, da sta električna napeljava in razsvetljava v celici zastareli in delno poškodovani. IJS je opozoril na manjkajoča finančna sredstva za izvedbo odvoza izrabljenih gorivnih elementov, in da je ponudba za odvoz časovno omejena. IJS nima namena opravljati pulziranja z nehomogeno sredico.

Dne 4.11.1996 je bil opravljen redni inšpekcijski pregled, ki je obsegal obratovanje reaktorja, priprave na nove eksperimente, finančno situacijo in ogled prostorov reaktorja. Situacija glede odvoza izrabljenega goriva v ZDA pa je bila še precej nedorečena, čeprav je bilo na inšpekcijskem pregledu 22.5.1996 zabeleženo, da bo do oktobra 1996 znan datum in način odvoza.

Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II Reaktorkega centra Podgorica Inštituta Jožef Stefan je v letu 1996 ustrezalo obratovalnim pogojem in omejitvam. Nadzor dostopa v klet in reaktorsko halo je urejen ter seznam vstopov eksperimentatorjev, vzdrževalcev in obiskovalcev se vodi dosledno. Reaktor je obratoval vse leto brez posebnosti, tudi v času dopustov, delovanje reaktorja je bilo prekinjeno samo zaradi vzdrževalnih posegov.

Radioaktivni odpadki v začasnem skladišču nizko- in srednje-radioaktivnih odpadkov v NE Krško in v prehodnem skladišču radioaktivnih odpadkov Reaktorkega centra Podgorica se skladiščijo v skladu z zakonodajo, evidence se vodijo korektno in dosledno.

2.4.5. Inšpekcijski pregled v Rudniku Žirovski vrh

V letu 1996 ni bilo opravljenih inšpekcijskih pregledov v Rudniku Žirovski vrh.

Opravljen je bil en ogled Rudnika Žirovski vrh dne 23.10.1996 skupaj z direktorjem URSJV in predstavniki sektorjev za jedrske in radioaktivne materiale ter radiološke varnosti. Pregledani so bili prostori predelovalnega obrata ter jalovišč Boršt in Jazbec. Namen ogleda je bil ugotoviti stanje na mestu samem objektov, ki so bili predvideni za dekontaminacijo oziroma rušenje, pred pridobitvijo soglasja URSJV za izdajo gradbenega dovoljenja za končno ureditev pridobivalnega prostora Rudnika urana Žirovski vrh.

V Rudniku Žirovski vrh je potrebno po pridobitvi lokacijskega in gradbenega dovoljenja pospešiti dela pri dokončni ureditvi prostorov za predelavo rude in določiti način zapiranja (sanacije) obeh odlagališč hidrometalurške jalovine Boršt in Jazbec.

2.4.6. Sodelovanje z drugimi inšpekcijami

URSJV skuša na področju jedrske varnosti nadaljevati sodelovanje z drugimi inšpekcijami. V letu 1996 so bili organizirani trije inšpekcijski pregledi s sodelovanjem drugih inšpektorjev, in sicer:

- en inšpekcijski pregled reaktorja TRIGA Mark II skupaj z republiškim zdravstvenim inšpektorjem,
- inšpekcijska pregleda v NE Krško:
 - a) z inšpektorjema Ministrstva za notranje zadeve v zvezi z ogledom tehničnega varovanja v NE Krško,
 - b) z inšpektorjema Inšpektorata RS za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami v zvezi s protipožarno zaščito in stanjem na področju zaščite in reševanja.

2.5. PROMET, PREVOZ IN RAVNANJE Z JEDRSKIMI IN RADIOAKTIVNIMI MATERIALI

Promet pri nas ureja Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in posebnih varnostnih ukrepov pri uporabi jedrske energije (Ur.l. SFRJ 62/84) in na njegovi osnovi izdani podzakonski pravilniki ter predpis Mednarodne agencije za atomsko energijo (MAAE, Safety Series No.6: Predpisi za varen transport radioaktivnega materiala).

S prometom se smejo ukvarjati podjetja, ki izpolnjujejo z zakonom predpisane pogoje. Glavni pogoji so: organizirati in trajno opravljati kontrolo izpolnjevanja predpisanih pogojev in izvajanja ukrepov, določenih za promet teh materialov; z viri smejo v prometu ravnati samo polnoletne osebe, ki so za to strokovno usposobljene: podjetje, ki se ukvarja s prometom, mora zagotoviti posebna skladišča in embalažo, ki zagotavlja varstvo človekovega okolja; viri se smejo prodajati ali odstopati samo podjetjem, ki imajo dovoljenje za njihovo nabavo. Podjetje, ki izpolnjuje pogoje, mora pridobiti posebno dovoljenje pristojnega organa.

Ob koncu leta 1995 je izšla v uradnem listu Uredba o določitvi režima izvoza in uvoza določenega blaga (Ur.l. RS št. 75/95) po kateri Uprava RS za jedrsko varnost izdaja tudi uvozna in izvozna dovoljenja. V skladu s to Uredbo sta se izdala uvozna dovoljenja za uvoz 36 kom. gorivnih elementov shranjenih v 18 zabojih USA/9239/AF tip A in za 33 kom. kontrolnih palic.

Prav tako Uprava RS za jedrsko varnost skladno z navedeno zakonodajo predpiše posebne varnostne ukrepe ter izvaja inšpekcijske nadzore nad izvajanje zakonov in predpisov.

Izkušnje na področju transporta radioaktivnih snovi v Sloveniji so povezane z delovanjem NEK, z obratovanjem reaktorja TRIGA in pridobivanjem izotopov na IJS ter z uporabo radioaktivnih snovi v gospodarstvu, medicini in pri raziskovalnem delu. Določene izkušnje izvirajo tudi iz časa obratovanja Rudnika urana Žirovski vrh.

Uvoz radioaktivnih in drugih določenih snovi

Uprava RS za jedrsko varnost je v skladu z UREDBO O DOLOČITVI REŽIMA IZVOZA IN UVOZA DOLOČENEGA BLAGA (Ur.l. RS št. 75/95), ki je pričela veljati prvega januarja leta 1996, izdala do 31.12.96 428 dovoljenj. Od tega štiri dovoljenja za izvoz določenega blaga (dovoljenja se je izdalo firmi SANOLABOR, ki je izvozila zaprti vir Ir - 192), 2 dovoljenja za večkratni uvoz določenega blaga, in sicer firmi KRKA ter 422 dovoljenj za enkratni uvoz določenega blaga. Koliko dovoljenj se je izdalo uvoznikom, je tudi prikazano v tabeli 2.1:

Tabela 2.1: Uvoz radioaktivnih in drugih določenih snovi v letu 1996

	UVOZNIKI				
DOVOLJENJA	GENOS	KRKA	KARANTA	OSTALI	SKUPAJ
št. izdanih	169	107	68	84	428

Največji uvozniki radiofarmaceutskih izdelkov so Genos, Krka in Karanta, vsi ostali pa uvažajo le občasno.

Med ostale spadajo Iris Ljubljana (J-125, Sr-89), Lek Ljubljana (J-125), Biotehniška fakulteta Ljubljana (C-14, H-3), Sanolabor (Ir-192, Cs-137), Metalka Commerce (gama standard), Sava Kranj (Sr-90), Kefo Ljubljana (S-35, P-32), IJS (Ir-192, Cirkonijeve kroglice, Ba-133, Co-60, Cd-109, Mn-54, Fe-55), Veriga d.o.o. Lesce (cirkonijeve kroglice), Cinkarna Celje (Cs-137), Impol Slovenska Bistrica (Fe-55), Trgovska Agencija d.o.o. Medvode (H-3 za potrebe MO), NEK (gama standard), Metal Ravne (Co-60), Helios Domžale (cirkonij in cirkonijevi izdelki), Veriga d.o.o. Lesce (cirkonij

in cirkonijevi izdelki) in Mikro+Polo (devterji in njegove spojine).

Uporabniki izotopov so: MF inštitut za biokemijo Ljubljana, MF Inštitut za biokemijo, Inštitut Jože Stefan, Onkološki Inštitut Ljubljana, MF Inštitut za mikrobiologijo Ljubljana, MF Inštitut za patofiziologijo Ljubljana, MF Inštitut za anatomijo Ljubljana, MF Inštitut za farmakologijo Ljubljana, KC Klinika za nuklearno medicino Ljubljana, KC Inštitut za klinično kemijo in klinično biokemijo Ljubljana, Zavod za transfuzijo krvi Ljubljana, bolnišnica Celje, bolnišnica Maribor, bolnišnica Slovenj Gradec, bolnišnica Dr. F. Derganc.

Tabela 2.2: Stanje uvoza radionuklidov po uporabnikih v letu 1996 (MBq)

porabnik	J-125	J-131	To-99m	P-32	S-35	H-3	Cr-51	Ga-67	Tl-201	Xe-133	Co-57/58	Ba-133	In-111	Y-90	Sr-89	Rb-86	In-192	C-14	Pb-210	Ra-226	Ce-137	Co-60	Cd-109	Mn-54	Fe-55
B. Sl. Grad.	81,67	16280	50000																						
Bto Fakul.						18,5													218						
Bol. Celje	107,71		519835																						
Bol. Derganc			127500																						
Bol. Drzaje																			0,15						
Bol. Izola	15,34																								
Bol. Maribor	88,9	51282	770000				5809		55870		0,05		122		148										
Bol. Aamp			51060																						
Cinkarna Celje																					740				
Fak. Veterino	2,03																								
Industrija																	16930000								
IJS	74				111	9,25					3700	14										0,1	1,8	0,03	3700
IKKKB	52,28					3,06																			
Inštit. aneto					37																				
Inštit. blok.	111			148	481	18,5																			
Inštit. farma						18,5																			
Inštit. mikro				9,25	37	259	74																		
Inštit. peto				74																					
Kafu				37	74																				
Lek	2738																								
Med. Fak.	20,35																								
Metel Ravne																						370			
nukl. med.	517,71	559529	676180	888			1850			192400	0,72		4375	7770	37										
Onko. inštit.		465758	634000			185,59	17080				14,8	7,4			592	111	11000				7280				
Sava Kranj																									
MO						113220000																			
ZVD LJ.		0,04													0,02			0,02	0,2						
ZZTK LJ.						111	74																		
Vsota	3809	892847,04	2828555	1156,25	740	113220023,38	7807	17080	55870	192400	3715,57	2140	4497	7770	777,02	111	16941000	218,15	0,02	0,2	8020	370,1	1,8	0,03	3700

2.6. VAROVANJE JEDRSKIH MATERIALOV - SAFEGUARDS

Slovenija je od SFRJ nasledila Pogodbo o neširjenju jedrskega orožja (Ur. list SFRJ št. 10/7, in Ur. list RS/MP št. 14/92), ki jo zavezuje, da sklene z Mednarodno agencijo za atomsko energijo (MAAE) sporazum, ki določa način in kontrolo varovanja jedrskega materiala, da bi se preprečila zloraba miroljubne uprabe jedrske energije za izdelavo jedrskega orožja in drugih jedrskih eksplozivnih naprav. Varovanje velja za vse osnovne materiale ali posebne cepljive materiale pri vseh miroljubnih jedrskih dejavnostih, ki se opravljajo na ozemlju Slovenije pod njeno jurisdikcijo ali pa se opravljajo pod njenim nadzorom kje drugje.

V skladu s to zahtevo je Slovenija 29.9.1995 že podpisala "Sporazum med Republiko Slovenijo in MAAE o varovanju v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja", ki je v postopku ratifikacije v Državnem Zboru. Pričakuje se, da bo v letu 1997 Sporazum ratificiran. Do takrat pa v Sloveniji potekajo aktivnosti za varovanje jedrskega materiala na osnovi, identičnega od SFRJ podedovanega "Sporazuma med SFRJ in MAAE za izvajanje nadzora v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja" (Ur.l. SFRJ št. 67/73).

Ker so dogodki pokazali da nekatere države skušajo izigrati določila Sporazuma o varovanju jedrskega materiala poteka pri MAAE, že nekaj let akcija za zagotovitev dodatnih ukrepov za izvajanje nadzora jedrskega materiala. Ukrepi obsegajo povečan dostop do informacij o jedrskih in nejedrskih aktivnostih in materialih, povečan in učinkovit dostop do lokacij z jedrskimi aktivnostmi ter racionalizacijo delovanja varovanja in administrativnih postopkov. Nekatere od teh nalog bo mogoče opraviti v sklopu obstoječih Sporazumov o izvajanju nadzora, sklenjenih med MAAE in posameznimi državami članicami. Za uresničevanje nekaterih dodatnih ukrepov pa je v pripravi Protokol k Sporazumu o izvajanju varovanja, ki bo predvidoma potrjen s strani Sveta guvernerjev MAAE sredi leta 1997.

Podpis Protokola bo poleg povečanega obsega poročanja Slovenije MAAE zavezal Slovenijo, da mora vzpostaviti sistem nadzora nad izvozom in uvozom jedrske in nejedrske opreme, tehnologije in materialov, ki bi jih lahko uporabili za pripravo jedrskih orožij ali jedrskih eksplozivnih naprav. Protokol pa bo dal MAAE tudi večjo pristojnost pri nadzorovanju jedrskih materialov in objektov v Sloveniji. Ustrezni slovenski predpisi so že v pripravi.

Samo sodelovanje Slovenije z MAAE na področju varovanja jedrskih materialov je po zagotovilih predstavnikov MAAE, ki so zadovoljni za Slovenijo, dobro. MAAE nima nobenih pripomb. Vsi postopki v Sloveniji potekajo tehnično in administrativno brezhibno in na osnovi obstoječe zakonodaje.

V Sloveniji sta samo dva jedrska objekta, v katerih se izvaja nadzor nad jedrskimi materiali, NE Krško in Raziskovalni reaktor TRIGA Mark II v Podgorici. V obeh objektih se nahaja material, ki ga je potrebno varovati v obliki gorivnih elementov. Zaradi tega sta njegovo varovanje in nadzor razmeroma enostavna. V bistvu gre za kontrolo števila gorivnih elementov in za ugotavljanje istovetnosti gorivnih elementov. Zaradi staranja izrabljenega goriva z nizko izgorelostjo prihaja v NE Krško v zadnjem času do težav pri ugotavljanju istovetosti gorivnih elementov. Ker pri takšnih gorivnih elementih optične metode preverjanja ne zadostujejo, želi MAAE za kontrolo starejših gorivnih elementov v NE Krško opravljati z napravo imenovano Spent Fuel Attribute Tester (SFAT). Pri uvajanju metode prihaja do težav, ki so povezane z varnostno analizo in QA merilne opreme. Dogovarjanja o uporabi SFAT v NE Krško so v teku.

V letu 1996 je MAAE v NE Krško opravila sedem rednih inšpek-

cijskih pregledov. Inšpekcije, ki so potekale nemoteno, niso odkrile nikakršnih anomalij oziroma odtujitev jedrskega materiala. V Raziskovalnem reaktorju TRIGA Mark II v letu 1996 ni bilo inšpekcij MAAE za izvajanje nadzora nad varovanjem jedrskega materiala. Popis fizičnega inventarja jedrskega materiala je opravila ad-hoc komisija IJS, ki ni ugotovila razlik od knjigovodskega stanja.

2.7. FIZIČNA ZAŠČITA JEDRSKIH MATERIALOV IN OBJEKTOV

Fizičnemu varovanju jedrskih materialov in objektov se v zadnjih nekaj letih po svetu posveča čedalje več pozornosti zaradi naraščajočega mednarodnega terorizma in zaradi porasta kriminalnih aktivnosti povezanih z nedovoljenim trgovanjem z jedrskim materialom. Cilji takšnih dejavnosti so opredeljeni kot tatvina posebnega jedrskega materiala in opreme, povzročanje radioloških sabotaj ali diskreditacija jedrske varnosti.

V Sloveniji je fizičnemu varovanju že od samega začetka uporabe jedrske tehnologije posvečena velika pozornost. Osnovni standardi fizičnega varovanja jedrskih materialov in objektov so bili zahtevani s strani dobaviteljev raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II in NE Krško. Uporabljeni sistemi in postopki za varovanje so predstavljali del investicije v jedrske objekte in so bili vzpostavljeni tako kot v državi dobaviteljici. Zaradi zastarevanja pa se je v zadnjem času pojavila potreba za posodobitev opreme in postopkov za varovanje. V raziskovalnem reaktorju TRIGA je bila delna posodobitev opravljena v letih 1991-1992 in v letu 1995. V NE Krško pa so se odločili za postopno nadomeščanje zastarele opreme s sodobnejšo, ne da bi pri tem bistveno menjali zasnovi obstoječega sistema.

Občasne inšpekcije URSJV ugotavljajo nekatere pomanjkljivosti, ki se odpravljajo. Vendar URSJV ocenjuje da sistem varovanja jedrskega materiala in objektov deluje na ravni, ki je primerljiva s prakso v razvitem svetu. Do podobnih ugotovitev je prišla tudi IPPAS misija (glej poglavje 5.2), katero je URSJV povabila v letu 1996.

Fizično zaščito jedrskih materialov in objektov ureja tudi pri nas Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije (Ur.l. SFRJ št. 62/84, v nadaljevanju ZVISJE), ki v 7. členu določa, da je eden izmed ukrepov, ki se izvajajo pri varstvu človekovega okolja pred ionizirajočimi sevanji tudi "fizično zavarovanje jedrskih objektov in snovi". K prošnji za dovoljenje za poskusno obratovanje je potrebno med drugim predložiti tudi (33. člen ZVISJE) podatke o zagotovljenem fizičnem varovanju jedrskega objekta in jedrskih materialov. 57. do 59. člen ZVISJE določajo zahteve za fizično varovanje jedrskih objektov, jedrskih materialov in radioaktivnih odpadnih snovi.

V Sloveniji pa še nadalje ostaja odprto vprašanje pristojnosti upravnih organov nad fizičnim varovanjem jedrskega materiala in objektov. V razvitem svetu in tudi pri MAAE velja mnenje, da je fizično varovanje jedrskega materiala in objektov tesno povezano z izvajanjem obveznosti iz Pogodbe o neširjenju jedrskega orožja in iz Sporazuma med dotično državo in MAAE za izvajanje nadzora v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja. Zaradi tega in zaradi načela koncentracije upravljanja sodi fizično varovanje v veliki večini zahodnih držav v pristojnost organov, ki skrbijo za jedrsko varnost.

Upravne in strokovne pristojnosti v R Sloveniji na tem področju dodeljuje veljavna materialna zakonodaja dvema upravnima resorjema, URSJV in MNZ, organizacijska zakonodaja pa po drugi strani daje pristojnost na področju fizičnega varovanja jedrskega materiala in objektov URSJV. Ministrstvo za notranje

zadeve ter Uprava RS za jedrsko varnost sta ustanovili medresorsko komisijo za razmejitev nalog pri pristojnostih obeh upravnih organov ter za jasnejšo upravno misijo do uporabnikov jedrskih objektov. Takšno stanje, ki traja že nekaj let, pa ne prispevka k racionalnemu in učinkovitemu varovanju jedrskega materiala in fizičnemu varovanju jedrskega materiala na nivoju države in tudi ni v interesu upravljalcev jedrskih naprav v Sloveniji. Zaradi učinkovitosti varovanja in fizičnega varovanja jedrskih materialov in objektov v R Sloveniji in zaradi načela koncentracije upravnih pristojnosti je smotno, da pristojnosti preidejo pod en upravni organ, drugi državni organi pa pri izvajanju upravnih nalog sodelujejo v funkciji izvedencev.

2.8. ODGOVORNOST ZA JEDRSKO ŠKODO

2.8.1 Mednarodnopravni trendi

Že od samega začetka razvoja jedrske energije je prevladala ocena, da jedrska energija odpira posebna vprašanja v odnosu do odgovornosti za povzročeno škodo, ki jih je najbolje reševati v posebnem režimu odgovornosti za jedrsko škodo.

Medtem ko zahtevani varnostni standardi v jedrski industriji zagotavljajo majhno možnost nastopa jedrske nesreče, pa so škode, ki iz take nesreče nastanejo, lahko izredno velike.

Mednarodnopravni režim na področju odgovornosti za jedrsko škodo ureja kar nekaj instrumentov. Tako je bila v letu 1960 v okviru sedanje OECD/NEA pripravljena in podpisana Pariška konvencija o odgovornosti tretjim na področju jedrske energije (v nadaljevanju Pariška konvencija), dopolnjena l. 1963 z Bruseljsko dopolnilno konvencijo. V režim Pariške konvencije so vključene zgolj (razvitejše) zahodnoevropske države. V okviru Mednarodne agencije za atomsko energijo pa je v letu 1963 nastala Dunajska konvencija o civilni odgovornosti za jedrske škode, katere ambicija je bila oblikovati svetovni sistem odgovornosti za jedrsko škodo, vendar pa je k njej pristopilo le omejeno število držav, pretežno iz dežel v razvoju. V okviru OECD/NEA in MAAE pa je v letu 1988 nastal t.i. Skupni protokol o uporabi Dunajske konvencije in Pariške konvencije.

Slovenija je z aktom o notifikaciji nasledstva (Ur. list RS/MP št. 9/92) povzela v svoj pravni sistem Dunajsko konvencijo, katere članica je bila bivša SFRJ, v letu 1995 pa je pristopila tudi k Skupnemu Protokolu (Ur. list RS/MP št. 22/94).

Tabela 2.3: POGODBENICE MEDNARODNIH INSTRUMENTOV S PODROČJA ZAVAROVANJA ODGOVORNOSTI ZA JEDRSKO ŠKODO
(podatki se nanašajo na stanje 31.12.1995)

DRŽAVA	PARIŠKA KONVENCIJA	BRUSELSKI PROTOKOL	DUNAJSKA KONVENCIJA	skupni PROTOKOL
ARGENTINA			DA	
ARMENIJA			DA	
AVSTRIJA	DA (ni ratificirala)			
BELGIJA	DA	DA	DA	
BOLIVIJA			DA	
BOLGARIJA			DA	DA
BRAZILIJA			DA	
MAKEDONIJA			DA	
ČEŠKA			DA	DA
ČILE			DA	DA
DANSKA	DA	DA		DA
EGIPT			DA	DA
ESTONIJA			DA	DA
FILIPINI			DA	
FINSKA	DA	DA		DA
FRANCIJA	DA	DA		
GRČIJA	DA	DA		
HRVAŠKA			DA	DA
ITALIJA	DA	DA		DA
JUGOSLAVIJA			DA	
KAMERUN			DA	DA
KUBA			DA	
LATVIJA			DA	DA
LITVA			DA	DA
MADŽARSKA			DA	DA
MEHIKA			DA	
NEMČIJA	DA	DA		
NIGERIJA			DA	
NIZOZEMSKA	DA	DA		DA
NORVEŠKA	DA	DA		DA

DRŽAVA	PARIŠKA KONVENCIJA	BRUSELJSKI PROTOKOL	DUNAJSKA KONVENCIJA	skupni PROTOKOL
PERU			DA	
POLJSKA			DA	DA
PORTUGALSKA	DA	DA		
ROMUNIJA			DA	DA
RUSKA FEDERACIJA			DA (še ni ratificirala)	
SLOVAŠKA			DA	DA
SLOVENIJA			DA	DA
ŠPANIJA	DA	DA		
ŠVEDSKA	DA	DA		DA
TRINIDAD IN TOBAGO			DA	
TURČIJA	DA	DA		
UKRAJINA			DA	
ZDRUŽENO KRALJEVSTVO (VB)	DA	DA		

2.8.2 Ureditev v Sloveniji

Vskladitev domače zakonodaje z mednarodnimi pravnimi trendi bo zahtevala spremembo Zakona o odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SFRJ, št. 22/78; 34/79), Zakona o zavarovanju odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SRS, št. 12/80), ter Odloka o odločitvi zneska omejitve odškodninske odgovornosti ter odločitvi zneska zavarovanja (zadnje spremembe in dopolnitve v Ur. listu RS, št. 22/91).

V okviru dopolnjenega ter revidiranega mednarodnega režima odgovornosti za jedrsko škodo (Protokol za spremembo Dunajske konvencije in Konvenciji o dopolnilnem financiranju - glej točko 2.3.2. tega poročila) velja opozoriti na naslednja **ODPRTA VPRAŠANJA**:

- začeteka veljavnosti Konvencije o dopolnilnem financiranju ni pričakovati vse dotlej, dokler k njej ne pristopijo ZDA in (oz.) druge države z močnim jedrskim programom.

- države pogodbenice Pariške konvencije (in Bruseljskega protokola) ne bodo pristopale k Protokolu za spremembo Dunajske konvencije, po zagotovilih pa naj bi postopoma pristopile k reviziji Pariške konvencije ter približale svoje določbe določbam revidirane Dunajske konvencije, predvsem seveda v tistem delu, kjer so slednje zahtevnejše (npr. koncept jedrske škode, jedrske nesreče),

- Slovenija bi glede na hitrost približevanja Evropski Uniji, posebej pa še morebitnega članstva v OECD/NEA morala proučiti alternativno možnost pristopa k Pariški konvenciji (ter Bruseljskemu protokolu) ter posledično izstopa iz kroga držav članic Dunajske konvencije.

2.8.3 Zavarovanje jedrske odgovornosti - POOL

Pool za zavarovanje in pozavarovanje jedrskih nevarnosti GIZ (skrajšano: Jedrski pool GIZ) je posebna pravnoorganizacijska oblika zavarovalnice, ki skrbi za zavarovanje in pozavarovanje jedrskih nevarnosti. Na podlagi dovoljenja Ministrstva za finance z dne 17.3.1994 (odločba št. 301-13/94) so Zavarovalnica Triglav d.d., Zavarovalnica Maribor d.d., Adriatic zavarovalnica družba d.d., Zavarovalnica Tilia d.d., Slovenica zavarovalniška hiša d.d., Zavarovalnica Mercator d.d., Merkur zavarovalnica d.d. in Pozavarovalnica Sava d.d. dne 22.3.1994 podpisala Pogodbo o

ustanovitvi Jedrskega poola GIZ, ki ima status gospodarskega interesnega združenja. V poolu imata največja deleža Zavarovalnica Triglav d.d. in Pozavarovalnica Sava d.d., Jedrski pool GIZ je začel poslovati 1.4.1994 in ima sedež v prostorih Pozavarovalnice Sava d.d. na Dunajski 56 v Ljubljani.

Vse do osamosvojitve Slovenije in Hrvaške je bila zaradi svoje varnosti Nuklearna elektrarna Krško zavarovana pri takratnem Nuklearnem poolu Zagreb. Po osamosvojitvi obeh držav sta se Jedrski pool GIZ in Hrvatski nuklearni pool zaradi ohranitve dobrih poslovnih odnosov dogovorila, da bosta oba poola sozavarovala Nuklearno elektrarno Krško, in sicer vsak 50 %. Tako sta za obdobje od 6.5.1996 do 5.5.1997 poola posebej izdala polici za zavarovanje premoženja nuklearke pred jedrskimi, požarnimi in drugimi tveganji s skupnim letnim limitom 800 milijonov USD. Oba poola imata z Nuklearno elektrarno Krško 2 % skupni lastni delež, presežek pa pozavarujeta pri 22 tujih poolih, od katerih imajo vodilne deleže britanski, nemški, ameriška in francoski pool. Odgovornost Nuklearne elektrarne Krško za škodo tretjim osebam je zavarovana le pri Jedrskem poolu GIZ z letnim limitom 5 milijonov USD. Lastni delež slovenskega poola je 3 %, presežek pa je pozavarovan pri 18 tujih poolih, od katerih imajo vodilne deleže britanski, nemški, ameriška in francoski pool. Limit v višini 5 milijonov USD v tolaški protivrednosti je določen z Zakonom o zavarovanju odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SRS, št. 2/88, 6/89, 6/90 in Ur. list RS št. 43/90 in 22/91). Višina odgovornosti temelji na Dunajski konvenciji o civilni odgovornosti za jedrsko škodo iz leta 1963, vendar se bo verjetno v naslednjih letih bistveno povečala, kar pa ne bi smelo predstavljati prevelik zaloga za zavarovalništvo.

Poudariti velja, da do konca leta 1996 NE Krško ni prijavila Jedrskemu poolu GIZ nobene škode.

Vir: Poročilo Pool-a zavarovanje in pozavarovanje jedrskih nevarnosti GIZ, št. 073/97-kn z dne 30.5.1997.

2.9. ZAGOTAVLJANJE KAKOVOSTI NA PODROČJU JEDRSKE VARNOSTI

V letu 1996 je URSJV pripravila, izdala in uporabljala dve navodili na področju zagotavljanja kakovosti na področju jedrske varnosti: Navodilo URSJV - QA - 001 Rev. 1 : "Kvalificiranje izvajalcev presoje uresničevanja programov zagotovitve kakovosti", se uporablja za kvalificiranje izvajalcev presoje zagotavljanja kakovosti v organizacijah, ki opravljajo dejavnosti pomembne za jedrsko varnost.

Navodilo URSJV - QA - 002 Rev. 1 : "Presoja strokovnih organizacij, ki so pooblašene za dela iz področja jedrske varnosti" uporabljajo izvajalci presoj programov zagotavljanja kakovosti strokovnih organizacij pooblaščenih na področju jedrske varnosti. Obe navodili sta izdelani skladno z "Metodologijo za izdelavo programa zagotovitve kakovosti, ki je Priloga Pravilniku E1, nadalje skladno z ANSIA/ASME N 45.2.12. Requirements for Auditing of Quality Assurance Programs for Nuclear Power Plants", in "IAEA Safety Guide 50-SG-QA 10 Quality/Assurance Auditing for Nuclear Power Plants.

V letu 1996 je vseh devet strokovnih organizacij na področju jedrske varnosti, ki so bile pooblašene bodisi z odloki v Uradnem listu Republike Slovenije, bodisi z odločbo URSJV, uporabljalo svoje Programe zagotavljanja kakovosti. Uresničevanje teh programov preverja periodično URSJV.

Osnovne presoje ustreznosti programov za te organizacije so bile opravljene v letih 1994 do 1996 in izdana ustrezna poročila.

V letu 1996 je URSJV opravila ponovno presojo programa zagotavljanja kakovosti na Institutu Jožef Stefan ter posebej presojo izvajanja zagotavljanja kakovosti v Odseku za reaktorsko tehniko R4. Opravljena je bila združena presoja URSJV - NE Krško, pri kateri so predstavniki NE Krško obravnavali predvsem področje neposrednih nalog, ki jih je Institut Jožef Stefan Odsek R4 opravil po naročilu NE Krško.

Pri ostalih strokovnih organizacijah pooblaščenih na področju jedrske varnosti, je URSJV v letu 1996 spremljala popravne ukrepe in izboljšave programa zagotavljanja kakovosti, predvsem popravke v postopkih za spremljanje remontnih del v NE Krško.

V letu 1996 je URSJV izvedla Program zagotavljanja kakovosti

firme ENCONET Consulting Ges.m.b.H. iz Dunaja, ki je zaprosila za pridobitev statusa pooblašene organizacije za jedrsko varnost na področju Republike Slovenije. Na podlagi pregleda in komentarjev URSJV je ENCONET izdelal v letu 1996 dve reviziji svojega programa zagotavljanja kakovosti ter ga ustrezno uskladi s postavljenimi zahtevami.

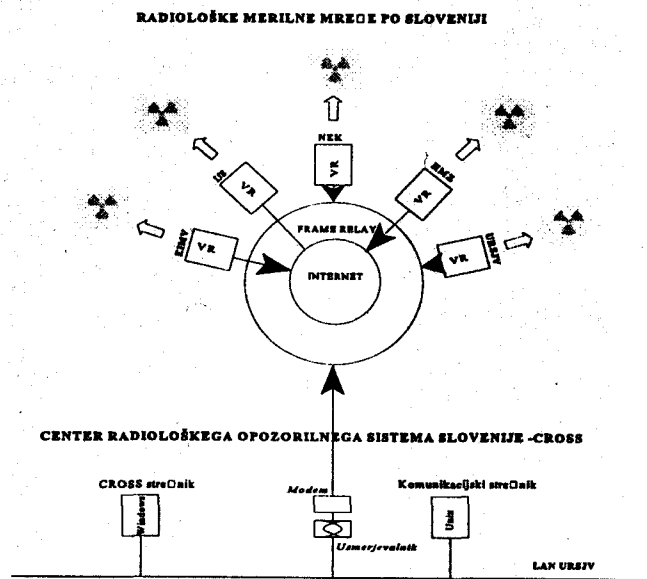
2.10 RADIOLOŠKI OPOZORILNI MONITORING

URSJV že vrsto let gradi Radiološki opozorilni monitoring, ki je namenjen za detekcijo morebitne jedrske ali radiološke nesreče doma ali v tujini. Poleg lastnega monitoringa spremlja URSJV tudi rezultate iz preostalih radioloških merilnih sistemov v Sloveniji (v naši državi sedaj deluje okoli 40 sond, ki merijo hitrost doze zunanjega sevanja gama). Do leta 1996 so podatki iz zunanjih merilnih sistemov prihajali po telefaksu ali preko računalniško podprtih prenosnih poti, tako da je bilo potrebno vse te podatke ročno analizirati glede na povišane vrednosti sevanja nad naravnim ozadjem oziroma na prekoračitev nastavljenih alarmnih nivojev za zunanje sevanje.

Zato je URSJV v letu 1996 začela pripravljati projekt Center Radiološkega Opozorilnega Sistema Slovenije (CROSS), ki bo v celoti računalniško podprt. Sestavljali ga bodo vsi posamezni že obstoječi sistemi merilnikov zunanjega sevanja v republiki Sloveniji, ki so povezani v naslednje mreže:

- NE Krško,
- Hidrometeorološkega zavoda (HMZ) RS,
- Uprave Republike Slovenije za jedrsko varnost,
- Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV) in
- Inštituta Jožef Stefan (IJS).

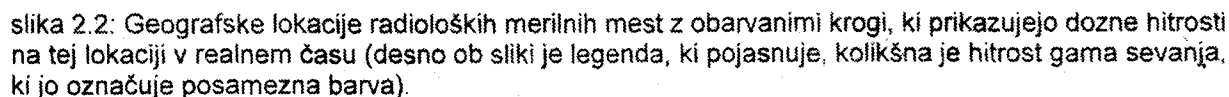
Podatki o meritvah se zbirajo v vsakem lokalnem centru mreže razen mreže IJS, ki nima svojega lokalnega centra.



Slika 2.1. Prenos radioloških podatkov iz oddaljenih merilnih mrež
(VR - Vozilni računalnik)

- strežnik sistema CROSS je povezan s komunikacijskim strežnikom. Strežnik sistema CROSS v določenem časovnem

- intervalu prepisuje podatke s komunikacijskega strežnika in jih takoj tudi analizira ter zapiše v Paradox bazno tabelo,
- če podatek ni v predpisanih mejah, aplikacija pripravi alarmno datoteko. Strežnik sistema CROSS iz trenutnih vrednosti izračuna dnevno in tedensko povprečje, izdela tabelo rezultatov po posebnem protokolu in jo preda nazaj komunikacijskem strežniku za prenos na mrežni strežnik Centra Vlade za informatiko,
- alarmno datoteko strežnika sistema CROSS pošlje na mrežni strežnik, ki pošlje elektronsko pošto z alarmno datoteko na določen naslov, obenem pa enako datoteko pošlje tudi na pager upravitelja CROSS. V primeru alarma se na lokalnem PCju aktivira alarmno okno in PC zvočni signal.
- strežniška aplikacija izdeluje tudi tedensko arhivno bazo,
- aplikacija, ki teče na uporabniških osebnih računalnikih lokalnega računalniškega omrežja URSJV, omogoča prikaz prispelih podatkov v numerični ali grafični obliki.



Zbrane podatke iz vseh merilnikov sevanja lako prikažemo na internetu (Slika 2.2., Tabela 2.4) na naslovu <http://www.sigov.si/>

cgi-bin/spl/ursjv/rad_mon.html?language=winee.

File Edit View Go Communicator Help

REAL TIME GAMA DOSE RATE LEVELS ON THE TERRITORY OF SLOVENIA

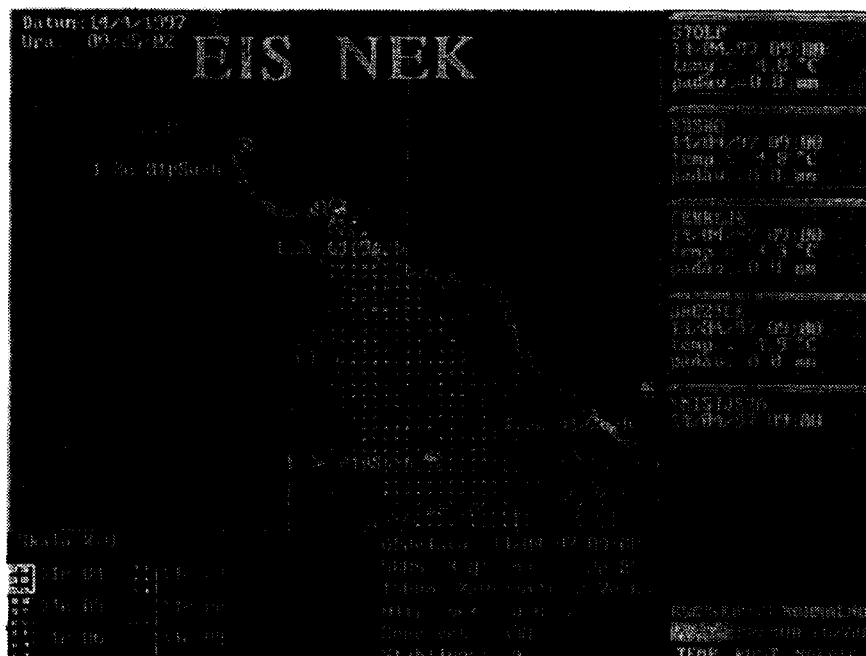
Slovenian Nuclear Safety Administration
Updated: 110797 1100 The time is given in UTC time
Warning: The data is automatically updated and can not be guaranteed to be errorfree!
The data is for information only

		Date: 100797				Date: 110797				
STATION	BACKOR	MEAN	MAX	AT	MEAN	MAX	AT	LAST	AT	REMARKS
	10 DAYS	VALUE	VALUE		VALUE	VALUE		VALUE		
	nSv/h	nSv/h	nSv/h	Hr	nSv/h	nS/h	Hr	nSv/h	Hr	
RAD M23	124	123	128	03	126	131	07	128	10	Krško: NEK-AMP Stolp
RAD M21	113	113	121	20	116	120	05	115	10	Krško
RAD M18	124	125	131	04	127	132	01	124	10	Cerkije
RAD M15	136	136	144	11	137	141	07	136	10	Bre Oica
RAD M03	118	122	136	18	121	128	03	113	10	Novo Mesto
RAD M05	108	108	114	06	109	116	07	109	10	Bljaj pri Novi Gorici
RAD M08	121	116	124	18	118	124	04	120	10	Rakitan
RAD M10	136	136	147	04	138	150	04	126	10	Lesce
RAD M27	137	141	152	16	140	146	04	134	10	Postojna
RAD M28	130	132	143	14	133	138	04	131	10	Ljubljana: HMZ
RAD M29	168	169	183	03	179	192	04	178	10	Izbrta Koševje
RAD YA	122	122	128	03	123	127	04	119	10	Šoštanj
RAD YH	124	123	129	15	124	129	10	129	10	Sp. Razbor - mobilna
RAD ZA	128	130	156	15	128	136	09	130	10	Vojenarje: EIMV mobilna
RAD A01	96	98	100	00	99	100	00	100	10	Lj. Be Oigrad: URSJV
RAD A02	61	60	60	00	60	70	05	60	10	Pregraje
RAD A04	99	101	110	01	103	110	01	100	10	Podgorica: TRIGA
RAD A05	122	124	130	00	129	150	05	120	10	TodraD: RDV
RAD M06	119	121	130	15	119	123	01	117	10	Lj. Be Oigrad: URSJV
RAD M04	122	124	132	04	122	127	07	119	10	Lj. Vrh: US

Document Done

Na internetu prikazujemo tudi rezultirajoče podatke Ekološkega Informacijskega Sistema; to sta sliki podatkov zunanjih doz sevanja v ožjem geografskem področju Krškega in Ljubljane (slika 2.3).

Tabela 2.4: Preglednica prikazuje poleg identifikacijske oznake merilnega mesta tudi 10-dnevno povprečje doznih hitrosti, 24-urno povprečje doznih hitrosti, zadnjo polurno vrednost dozne hitrosti in ime geografske lokacije lokalnega posameznega merilnika.



Slika 2.3: Meteorološke postaje EIS Krško

2.11. ZGODNJE OBVEŠČANJE OB JEDRSKIH IN RADIOLOŠKIH NESREČAH

Pristojnost URSJV glede zgodnjega obveščanja, kot je opredeljeno v Zakonu o organizaciji in delovnem področju ministrstev, temelji na Konvenciji (v okviru MAAE) o zgodnjem obveščanju o jedrskih nesrečah (Ur. list SFRJ/MP št. 15/89), ki jo je Slovenija povzela v pravni sistem z Aktom o notifikaciji nasledstva (Ur. list RS/MP št. 9/92) ter na podlagi bilateralnih sporazumov z Madžarsko (Ur. list RS/MP št. 2/96) in Avstrijo (Ur. list RS/MP št. 15/96).

V letu 1996 ni bilo potrebe po uveljavljanju zahtev iz zgoraj naštetih mednarodnih sporazumov, saj na ozemlju naše države ni prišlo do dogodka, ki bi bil predmet poročanja.

2.12. MEDNARODNO SODELOVANJE

2.12.1. Sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo

Mednarodna agencija za atomsko energijo je neodvisna mednarodna organizacija, ustanovljena leta 1957 s sklepom Generalne skupščine Organizacije Združenih Narodov. Naloge, kot jih definira Statut MAAE, so razširiti in povečati prispevek jedrske energije za mir, zdravje in napredek v celotnem svetu, predvsem pa tudi pospešiti raziskave in razvoj na področju miroljubne uporabe jedrske energije in izmenjava znanstvenih in tehničnih informacij, vzpostavitev in vzdrževanje sistema nadzora nad jedrskimi materiali ter pripraviti in sprejeti zdravstvene in varnostne standarde v zvezi z uporabo jedrske energije.

Najvišji organ MAAE je Generalna konferenca, ki se sestane enkrat letno - navadno meseca septembra. Na 40. zasedanju Generalne konference MAAE, ki je potekala na Dunaju od 16. do 20.9.1996, je Slovenijo zastopala delegacija, sestavljena iz predstavnikov Uprave RS za jedrsko varnost, Ministrstva za

gospodarske dejavnosti in Ministrstva za zunanje zadeve.

Na 40. zasedanju Generalne konference je bilo sprejetih 16 resolucij ter dve predsedniški izjavi, ki se nanašajo na vprašanja:

- ukrepov za okrepitev mednarodnega sodelovanja na področju jedrske varnosti, varstva pred sevanji in ravnanju z radioaktivnimi odpadki,
- vzpodbujanja nadaljnjega razvoja in uporabe sistema varovanja jedrskih materialov ter oblikovanja širših regionalnih področij brez jedrskega orožja,
- uporabe jedrske energije v miroljubne namene na področju zdravstva, kmetijstva in industrije,
- prepoved prometa z jedrskim materialom,
- aktivnosti Agencije na Bližnjem vzhodu, Južni Afriki in Iraku ter LDR Koreji.

Kar nekaj točk dnevnega reda se tradicionalno nanaša na finančni del poslovanja MAAE. V tem okviru so bili potrjeni:

- zaključeni račun MAAE za leto 1995,
- proračun MAAE za leto 1996, v znesku nekaj manj kot 219 mio USD
- financiranje tehnične pomoči v znesku 65 mio USD
- financiranje nadzora jedrskih materialov (iz rednega proračuna).

Naj omenimo deleže finančnih obveznosti RS v proračun MAAE za leto 1996:

- za redni proračun 25.111 USD in 1.640.497-ATS
- za prostovoljni prispevek v Skladu za tehnično pomoč in sodelovanje 47.600 USD (plačljivo v SIT).

Celovito poročilo delegacije RS na 40. zasedanju Generalne konference MAAE je Vlada obravnavala na 221. seji dne 21.11.1996 ter ga sprejela.

Pred zasedanjem Generalne konference in med letom potekajo (4) zasedanja Sveta guvernerjev. Predstavniki URSJV kot opazovalci v največji možni meri pokrivajo tudi delo Sveta guvernerjev. Vendar pa bi naša država želela okrepiti svoje delovanje v Svetu guvernerjev in postati njena članica za obdobje 1997-99, za kar si tudi močno prizadeva. Republika Slovenija je razporejena v vzhodnoevropsko regionalno skupino, tako da ima možnost za svojo kandidaturo za člana Sveta guvernerjev MAAE.

Sodelovanje naše države z MAAE je bilo tudi v letu 1996 najintenzivnejše na področju izvajanja programa tehnične pomoči in sodelovanja.

Seminarji, tečaji in delavnice, ki jih organizira MAAE

Delavci URSJV so se tudi v letu 1996 uspešno udeleževali raznih oblik sodelovanja in izobraževanja, kot so seminarji, tečaji in delavnice, ki jih organizira MAAE sama ali v sodelovanju z drugimi podobnimi organizacijami. V dodatno pojasnilo naj naštejemo le nekatere:

- Mednarodni simpozij "Pregled varnosti obstoječih jedrskih elektrarn", Dunaj, 8.-11.10.1996
- Regionalni tečaj "Tehnike ocenjevanja varnosti med obratovanjem jedrskih elektrarn, Madrid, 11.-28.3.1996
- Konferenca o ravnanju z RAO "Spectrum 96", Seattle, ZDA, 18.-23.8.1996
- Drugi koordinacijski sestanek o krepitvi upravnih organov za jedrsko varnost, Rež, Češka, 5.-8.9.1996
- Tehnični komite "Pregled prednosti in pomankljivosti izrabe uranove rude, podatki in tehnika ter metode za pripravo zemljevidov radioelementov in radona za pripravo osnovne informacije v okoljskih študijah in nadzoru, Dunaj, 13.-17.5.1996
- Sestanek o regionalnem programu tehničnega sodelovanja v Evropi za leto 1997/98, Dunaj, 4.-5.3.1996
- Diskusija o praksi v upravnih organih, Dunaj, 26.-28.2.1996
- Regionalna delavnica o obnovi okolja rudnikov urana in obratih predelave urana, Zovti Vody, Ukrajina, 22.-26.4.1996
- Skupni sestanek za izmenjavo informacij o nedavnih dogodkih ter srečanje IRS (Incident Reporting System Sistem poročanja o nezgodah) koordinatorjev, Dunaj, 22.-26.4.1996
- Tretji sestanek tehničnih in pravnih strokovnjakov o Konvenciji o varnem upravljanju z radioaktivnimi odpadki, Dunaj, 25.-29.3.1996
- Regionalni tečaj o upravnem nadzoru jedrskih elektrarn, Karlsruhe, 1.-12.7.1996
- Regionalna delavnica o prevzemu in dekomisiji, Kijev, Ukrajina, 9.-13.12.1996
- Tečaj o varnem prevozu radioaktivnega materiala, Mol, Belgija, 7.-24.10.1996
- Regionalni tečaj o fizični zaščiti jedrskih objektov in materiala Brno, 11.-22.11.1996
- Delavnica o uporabi verjetnostnih varnostnih analiz, Sofija, 7.-11.10.1996
- Tečaj "Pojavi staranja in diagnoze za tlačnovodne reaktorje", Karlsruhe, 25.11.-13.12.1996
- Četrta regionalna delavnica o obnovi okolja rudnikov urana in obratih predelave urana, Felix, Romunija, 4.-8.11.1996.

Na nekaterih od zgoraj naštetih tečajev in seminarjev ter na mnogih drugih, ki so potekali v okviru Agencije, so sodelovali tudi mnogi strokovnjaki iz naslednjih organizacij: Institut Jožef Stefan, Nuklearna elektrarna Krško, Klinični center, Rudnik Žirovski vrh, Agencija za radioaktivne odpadke, Zavod za varstvo pri delu, itd.

Nekateri delavci URSJV in drugi slovenski strokovnjaki so se udeležili tudi naslednjih štirih srečanj, ki jih je organizirala agencija v sodelovanju z našo državo, točneje z Institutom Jožef Stefan in Klinikom za nuklearno medicino:

- Seminar "V okolje sproščena aktivnost in načrtovanje ukrepov v sili", Ljubljana, 30.9.-4.10.1996
- Posvetovalni sestanek "Preiskave majhnih prašnih delcev, ki se nahajajo v zraku", Ljubljana, 2.-5.7.1996
- Mednarodni znanstveni sestanek o zbiranju in obdelavi nuklearnomedicinskih scintigrafskih podatkov", Ljubljana, 13.-17.5.1996
- Medregionalni tečaj o nuklearni elektroniki, Ljubljana, 24.6.-20.9.1996

Soorganizacija vedno večjega števila uspešno izpeljanih mednarodnih sestankov je dokaz tesnega sodelovanja med MAAE in URSJV.

Štipendiranje in znanstveni obiski

Drugi področji sodelovanja med URSJV in MAAE v okviru programa tehnične pomoči in sodelovanja sta štipendiranje in znanstveni obiski. V letu 1996 smo preko MAAE prejeli 14 prošenj za izpopolnjevanje tujih strokovnjakov v Sloveniji. Od teh so bile v istem letu realizirane štiri prošnje za štipendijo oz. znanstveni obisk. Prošnje so poslane naslednje države za naslednja področja:

- Irak, trimesečna štipendija iz nuklearne medicine
- Makedonija, tritedenski znanstveni obisk iz nuklearne medicine
- Tunizija, enotedenski znanstveni obisk iz jedrske inštrumentacije, elektronike in kontrole reaktorja
- Brazilija, trimesečni štipendija iz študija o prehrani in okolju ter s tem povezanim zdravjem
- Bangladeš, štirimesečna štipendija iz jedrske inštrumentacije, elektronike in kontrole reaktorja
- Pakistan, enomesečni znanstveni obisk iz analitične nuklearne fizike.

Dokončanih je bilo tudi osem štipendij za katere smo prošnje prejeli že leta 1995 oz. leta 1994. Države, ki so poslane prošnje ter področja izobraževanja so:

- Maroko, štirimesečna štipendija iz analitične jedrske fizike,
- Vietnam, trimesečna štipendija iz kemije fizike
- Iran, šestmesečna štipendija iz varstva pred sevanjem,
- Pakistan, trimesečna štipendija iz varstva okolja,
- Gana, dvotedenski znanstveni obisk iz varstva pred sevanjem,
- Iran, enomesečna štipendija iz analize jedrskih materialov,
- Sudan, štirimesečna štipendija iz jedrske inštrumentacije, elektronike in kontrole reaktorja,
- Pakistan, enomesečna štipendija iz jedrske inštrumentacije, elektronike in kontrole reaktorja.

Vloge za strokovno izpopolnjevanje so bile naslovljene na Institut Jožef Stefan, Fakulteto za matematiko in fiziko ter na Klinični center, Klinika za nuklearno medicino.

V okviru tega programa je Slovenija l. 1996 Agencijo zaprosila za dve štipendiji in en znanstveni obisk v Nemčiji, na Švedskem in v ZDA. MAAE je tako odobrila vse tri prošnje; štipendiji sta bili realizirani še v istem letu poleg še ene štipendije za katero je Slovenija zaprosila že l. 1995, le znanstveni obisk še ni bil realiziran tedaj. Ena od teh prošenj je bila poslana iz Kliničnega centra, Inštitut za medicino dela, druge pa z Instituta Jožef Stefan. Izpopolnjevanje preko štipendij in znanstvenih obiskov je največkrat povezano s potekom določenega projekta tehnične pomoči. Tako je bilo tudi v primeru slovenskih prošenj.

Raziskovalne pogodbe

V okviru programa tehnične pomoči in sodelovanja URSJV in MAAE pokrivata tudi področje raziskovalnega dela ter

sofinanciranja večjih (nacionalnih) projektov.

V letu 1996 smo na MAAE poslali 16 predlogov raziskovalnih pogodb, katerih tipična velikost je okoli 5.000 USD. Nekaj predlogov je takih, ki se nanašajo na nadaljevanje (7) pogodbenega razmerja in aktivnosti iz prejšnjih let, drugi (9) pa so novi. Največ predlogov za obnovitev raziskovalnih pogodb oz. novih predlogov so pripravili na Institut Jožef Stefan in na Kliniki za nuklearno medicino ter na Inštitut za biomedicinsko informatiko. Pomembno je poudariti, da sta se l. 1996 končala dva raziskovalna projekta, ki sta ju prijavila Institut Jožef Stefan in Klinični center, Klinika za nuklearno medicino.

Nova predloga, za katera še nismo prejeli odgovora s strani MAAE:

- IJS, Odsek za tanke plasti in površine, "Oplemenitenje površin s PVD trdimi zaščitnimi prevlekami nanesenimi pri visoki in nizki temperaturi",
- IJS, Odsek za kemijo okolja, "Geokemija stabilnih izotopov in porazdelitev težkih kovin v Tržaškem zalivu".

Novi predlogi, ki so bili odobreni s strani Agencije:

- IJS, Odsek za reaktorsko tehniko, "Dovoljeni čas za preizkuse in vzdrževanja izven obratovanja - optimizacija varnosti", v višini 5.000 USD;
- IJS, Center za učinkovito rabo energije, "Z energijo povezane emisije in možnosti njihovega zmanjševanja za trajnostni in socialni razvoj: specifična slovenska podatkovna baza za proizvodnjo električne energije", v višini 6.000 USD
- IJS, Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij, "Izvajanje študije referenc MAAE na Internetu" višini 9.000 USD
- IJS, Odsek za kemijo okolja, "Monitoring na delovnih mestih in študija vpliva na zdravje delavcev v termoelektrarni Šoštanj", v višini 5.000 USD
- IJS, Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij, "Izračun odziva detektorskih fotonov iz prostorskih izvorov", v višini 5.000 USD
- IJS, Laboratorij za radiokemijo, "Analiza več elementov v referenčnih materialih z nevtronsko aktivacijsko analizo", v višini 2.000 USD.

Predlogi za obnovo raziskovalnih pogodb, ki so bile prav tako odobrene:

- IJS, Odsek za reaktorsko fiziko "Projekt obnove WIMS knjižice", v višini 4.000 USD
- Klinični center, Klinika za nuklearno medicino, "Razvoj zajemalnega modula za gama kamero in programske opreme", v višini 5.000 USD, poročilo za leto 1996 je oddano in prijavljeno podaljšanje projekta
- Inštitut za biomedicinsko informatiko, "Statistični vidik primerjave učinkovitosti in toksičnosti oralno apliciranega fosforja 32 in intravenozno apliciranega stroncija 89 pri paliativnem zdravljenju bolečin zaradi skeletnih metastaz", v višini 5.000 USD
- IJS, Odsek za fiziko nizkih in srednjih energij, "Produkcija fotonov pri sevalnem zajetju energijskih nukleonov z direktno-poldirektnim (DSD) in predravnovesnim (PEQ) modelom", v višini 4.000 USD
- Klinični center, Klinika za nuklearno medicino, "Ovrednotenje zajemalnega modula za gama kamero in programske opreme za klinične preiskave", v višini 3.000 USD, poročilo za leto 1996 je v pripravi
- IJS, Odsek za reaktorsko tehniko "Zbiranje in razvrščanje podatkov o človeški zanesljivosti", v višini 1.000 USD.

Uspešno končani raziskovalni projekti v letu 1996:

- IJS, Odsek za reaktorsko fiziko, "Eksperimentalna analiza nizkofrekvenčne nestabilnosti v magnetizirani razelektrivni plazmi" projekt končan l. 1996, končno poročilo pripravljeno
- Klinični center, Klinika za nuklearno medicino, "Primerjava

izkoristka in toksičnosti med oralno apliciranim P-32 in intravenozno apliciranim Sr-89 za zmanjšanje bolečine pri metastazah v kosteh", v višini 6.000 USD, končno poročilo je izdelano in projekt končan

- IJS, Odsek za reaktorsko fiziko "Dinamična meritev vrednosti kontrolnega svežnja (metoda vstavitve)", projekt je bil dokončan decembra 1996, v vrednosti 4.000 USD

Za naslednja predloga smo prošnjo za sprejetje oz. obnovitev poslali sicer že l. 1995, odobrena pa sta bila l. 1996:

- Inštitut za tehnologijo površin in optoelektroniko, "Eksperimentalna in teoretična raziskava gibanja atomov v tankih plasteh", v višini 5.000 USD
- IJS, "Študije onesnaženja zraka s sledovi elementov z jedrskimi analitičnimi metodami v Sloveniji", v višini 5.000 USD.

Projekti tehnične pomoči

Projekti tehnične pomoči so najboljše in najzahtevnejše oblike sodelovanja med R Slovenijo in MAAE, saj tako sodelovanje predvideva precejšen finančni zalogaj ter strokovni angažma prijavitelja, projekti pa ponavadi trajajo več let.

Slovenija je v letu 1995 (za proračunsko obdobje 1997/98) prijavila tri projekte, ki so jih pripravili strokovnjaki z Uprave RS za jedrsko varnost, Rudnika Žirovski vrh in Instituta Jožef Stefan:

- Licenciranje pri zamenjavi uparjalnikov v Nuklearni elektrarni Krško ter povečanje moči,
- Svetovanje pri sanaciji lokacije rudnika urana in predelave Žirovski vrh,
- Zagotavljanje jedrske varnosti s pomočjo izobraževanja zaposlenih in strokovnih misij (footnote A projekt - kar pomeni, da mora prijavitelj pridobiti kot sofinancerja dodatno tretjo, zainteresirano državo).

V letu 1996 sta bila odobrena prva dva projekta, poleg teh dveh pa sta se nadaljevala še projekt URSJV (Sistem zgodnjega obveščanja v primeru jedrske ali radiološke nesreče), ki je bil prvič odobren že leta 1993 kot "footnote A projekt", vendar Avstrija kot sofinancer ni zagotovila obljubljenih sredstev ter projekt Instituta Jožef Stefan (Transportni sistem za žarek pri Van de Graffovem pospeševalniku - v skupni vrednosti 517.400,00 USD), ki je bil prvič odobren že leta 1995. V okviru tega projekta dela napredujejo po načrtu; potrebna oprema za posodobitev Van de Graffovega pospeševalnika in za ustanovitev mikroanalitskega centra je bila dobavljena in instalirana, tako da so na inštitutu začeli s postavljanjem žarkovnih linij in s prvimi eksperimenti na prenovljenem pospeševalniku.

Projekt RŽV bo trajal dve leti, vrednost projekta pa je 90.000 USD. Vsebinska projekta je svetovanje rudniku pri pridobivanju dovoljenj za trajno prenehanje izkoriščanja uranove rude, dobava oprema za merjenje radioaktivnosti, usposabljanje in znanstveni obiski rudnikov v zapiranju v Evropi.

Projekt URSJV (Licenciranje pri zamenjavi uparjalnikov v NEK ter povečanje moči) je, t.i. footnote A Projekt, ki ga financira francoska vlada, bo prav tako trajal dve leti, vrednost projekta je 55.000 USD. Vsebinska projekta pa je svetovanje in pomoč upravnemu organu za pridobitev izkušenj v zvezi z licenciranjem in pregledom varnostnih analiz pri postopku zamenjave uparjalnikov in povečanja moči. V okviru projekta je predvideno izobraževanje preko znanstvenih obiskov in udeležbe na delavnicah v Sloveniji.

Namen drugega projekta URSJV (Sistem zgodnjega obveščanja v primeru jedrske ali radiološke nesreče, katerega vrednost je cca 100.000 USD) je izdelava idejnega predprojekta (kar je že

bilo storjeno), ki je uglasen z zahtevami po izmenjavi podatkov v okviru obstoječega evropskega sistema ECURIE. Obstoječi sistem bo skladno s projektnimi izhodišči dopolnjen z instrumentacijo, ki bo omogočala zajem in izmenjavo bolj specifičnih podatkov v primeru radioloških nesreč.

2.12.2. Phare program

V Phare programu Evropske komisije - jedrske varnost je Slovenija sodelovala tudi v letu 1996. Program je sicer usmerjen v glavnem v tehnologijo, ki izvira iz bivše Sovjetske zveze, so pa nekatere teme, ki so zanimive tudi za Slovenijo, n.pr. radioaktivni odpadki, seizmika ali pomoč upravnim organom za jedrsko varnost držav Centralne in Vzhodne Evrope za izboljšanje njihove usposobljenosti (RAMG). V letu 1996 je bil preko Phare realiziran samo en manjši program iz področja TSO - Tehnične podporne organizacije, katerega prejemnik je bil Inštitut za metalne konstrukcije iz Ljubljane, izvajalec pa firma ENEL (Elektrogospodarstvo) iz Italije. Tema je bila usposabljanje na neporušnih metodah za preiskavo cevi v uparjalnikih.

RAMG program se v tem letu ni nadaljeval.

2.13. INFORMIRANJE JAVNOSTI

Dobra varnostna kultura je močno povezana z informacijo. Izkušnje tudi kažejo, da je radiološka in jedrska varnost neprestano pod nadzorom javnosti. Osnovne vrednote URSJV pri informiranju javnosti sta odprtost in verodostojnost informacije. URSJV poskuša tehtno in zanesljivo informacijo posredovati zainteresiranim skupinam, medijem in državljanom preko tiskovnih konferenc, izjav za tisk, s sodelovanjem v medijskih diskusijah, aktivnim sodelovanjem na domačih in mednarodnih srečanjih, simpozijih in kongresih, izdajanjem publikacij preko Interneta in z direktnim stikom z zainteresiranimi.

O svojih dejavnostih URSJV poroča državljanom tudi v sklopu biltene Okolje in prostor, ki ga izdaja Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije. URSJV redno poroča Vladi, Državnemu zboru in državljanom Republike Slovenije o jedrski varnosti.

Poročilo o jedrski in radiološki varnosti v letu 1995 je bilo objavljeno v Poročevalcu Državnega zbora Republike Slovenije **novembra 1996, št. 50** in je tudi dostopno v javnih knjižnicah v Sloveniji, v nekaterih strokovnih knjižnicah prav tako pa je vključeno v Internet okolje (<http://www.sigov.si/ursjv/uvod.html>). Vse raziskave in študije, ki jih financira URSJV, so javne in na razpolago na upravi, poročila mednarodnih misij pa so dostopna v Narodni in univerzitetni knjižnici, Centralni tehnični knjižnici v Ljubljani ter Univerzitetni knjižnici Maribor.

URSJV je v letu 1996 pripravila dvojezične (slovenske prevode in angleško besedilo) publikacije v okviru Zbirke o varnosti MAAE:

- Osnove varnosti: Načela ravnanja z radioaktivnimi odpadki
- Varnostni standard: Vzpostavitev nacionalnega sistema za upravljanje z radioaktivnimi odpadki

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) je v letu 1995 izdala knjižico **ZDRAVSTVENE POSLEDICE NESREČE V ČERNOBILU - REZULTATI PILOTNIH PROJEKTOV IPHECE IN SORODNIH NACIONALNIH PROGRAMOV**. Društvo jedrskih strokovnjakov in Uprava RS za jedrsko varnost sta poskrbela za prevod v soglasju z WHO in knjižica je izšla v slovenščini v aprilu 1996.

V letu 1996 se je v okviru obveščanja javnosti pojavila tudi nova oblika sodelovanja, ko je v prvi polovici leta Cankarjeva založba v sodelovanju z Upravo RS za jedrsko varnost, tujimi založbami in organizacijami pripravila razstavo **EKOLOGIJA 96**. Na razstavi smo predstavili gradivo o Černobilu in jedrski in radiološki varnosti. Razstava je sicer obsegala tudi tujo in domačo ekološko literaturo z različnih strokovnih področij - od urbanega razvoja, zdravja, prehrane, agronomije, biologije, do prava, politike, menagementa in ekologije. Razstava je bila dobro obiskana, saj je širši javnosti predstavila dejavnosti s teh področij.

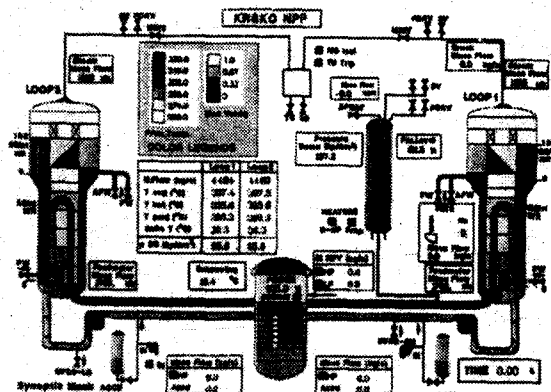
2.14. RAZISKAVE IN ŠTUDIJE

Uprava RS za jedrsko varnost je v okviru skromnih proračunskih sredstev sofinancirala ali financirala nekaj raziskav pomembnih za jedrsko in radiološko varnost v Sloveniji.

Inicijalizacija, Pretalitev in nodelizacijska študija modela NE Krško za uporabo v programskem paketu MELCOR (Poročilo Fakultete za strojništvo, Maribor). Naloga predstavlja nadaljevanje raziskovalnega dela s programskim paketom MELCOR, raziskana je bila nodelizacija (razčlenitev modela) elektrarne in modelira široko področje fenomenov. Simuliran je SBO (station/black out) scenarij. Študija ugotavlja, da akumulatorji ne vplivajo bistveno niti na potek nezgode niti na čas porušitve zadrževalnega hrama.

Lomnomehanska analiza ohišja reaktorske črpalke NE Krško, faza II (Poročilo Fakultete za strojništvo, Laboratorija za numerično modeliranje in simulacijo v mehaniki, Univerze v Ljubljani). Poročilo obravnava simulacijo termo-mehanskega odziva ohišja reaktorske črpalke za obremenitvene primere, ki ustrezajo stanjem normalnega, motenega in nezgodnega obratovanja ter v mejnem primeru stanju okvar. Z namenom objektivne identifikacije interakcijskega vpliva reaktorskega hladilnega sistema na mehanski odziv ohišja črpalke je bil zasnovan ustrezno razširjen računski model in na njem izvedena dinamična analiza konstrukcijskih elementov, ki model sestavljajo. Obravnavana je množica tranzientnih obremenitvenih sanj, vključujočih spremembo temperature in tlaka hladilnega sredstva, ki so značilna za regularno obratovanje elektrarne, prav tako pa so obravnavana tudi obremenitvena stanja, ki so značilna za potresno delovanje in nezgodi LOCA in SLB. Za potrebe nadaljnje lomnomehanske analize je med množico časovno odvisnih obremenitvenih stanj identificirana najbolj kritična kombinacija tranzientov. Na osnovi postavljenega računskega modela ohišja črpalke je najprej izvedena termo mehanska analiza, ki je v nadaljevanju služila za identifikacijo mest, ki so v primeru obstoja morebitne razpoke potencialno najbolj ogrožena. Lomnomehanska analiza je zajela kontrolo stabilnih štirih hipotetičnih razpok in njihove rasti pri cikličnem obremenjevanju.

Analizator prehodnih stanj NEK: Osnovna naloga analizatorja je pridobitev programskega orodja, s katerim bo omogočeno usposabljanje delavcev URSJV pri poznavanju delovanja jedrske elektrarne Krško v primeru nezgod in izboljšana informiranost ter izurjenost članov ekspertnih skupin in sodelavcev URSJV pri ocenjevanju nevarnih stanj v primeru ukrepov v sili. V letu 1996 je potekala II. faza razvoja analizatorja NEK, ki je zajela dobavo in inštalacijo programskega paketa analizatorja NEK, ki omogoča analizo bolj kompleksnih nevarnih dogodkov, ki zahtevajo bolj obsežno analizo večjega števila obratovalnih parametrov in podatkov. (slika 2.4. na osnovi vhodnega modela, razvitega v NE Krško je elektronsko sliko in interaktivne ukaze izdelala belgijska firma Troctebel.



Slika 2.4: Analizator prehodnih stanj NEK

Recenzija študije "Verjetnostna varnostna analiza JE Krško v neobratovalnih stanjih" (Recenzijo opravil Enconet Consulting, Dunaj, feb. 1997): Naročena je recenzija študije, ki ocenjuje tveganje JE Krško v neobratovalnem času (v času remonta in pri obratovanju z nizko močjo). Študija prispeva k razvoju plana ustavljanja in remonta elektrarne ter k pripravi procedur ukrepov za primer hitre ustavitve elektrarne. Ugotovljeno je, da obdobje ustavitve ne predstavlja povečanega tveganja, čeprav je študija izvedena zelo konzervativno. Razvidno je, da se tveganje ne bo bistveno povečalo pri remontnih posegih. Sama študija pa lahko prispeva k boljšemu poznavanju dejavnikov tveganja in zanesljivejšemu vodenju remonta.

Meritve nevtronskega sevanja v okolju NE Krško. V okviru študije URSJV, ki jo je izvajal Odsek za reaktorsko fiziko IJS (nosilec dr. R. Ilič), je bila merjena gostota fluksa termičnih in hitrih nevtronov na 102 lokacijah na območju Nuklearne elektrarne Krško in v njeni okolici. Namen meritev je bil, da se ugotovi mesto največje gostote toka nevtronov, (najbolj verjetno mesto, odkoder izhajajo nevtroni v okolje) in da se prikaže hitrost upadanja fluksa nevtronov z oddaljenostjo od reaktorske zgradbe. Iz podatkov bi bilo mogoče oceniti razdaljo, na kateri je še mogoče zaznati povečano nevtronsko polje. Meritve so bile izvedene neposredno po končanih remontnih delih v NEK (v času julij-november 1996). Nevtronski dozimetri, ki delujejo na osnovi detekcije jedrskih sledi, so bili postavljeni pretežno na zahodnem območju elektrarne, to je na reaktorski zgradbi, med reaktorsko zgradbo in ograjo NEK, na širšem območju ograjenega področja NEK, pa tudi izven ograjenega območja (v sadovnjaku zahodno od NE). Rezultati meritev z nevtronskimi detektorji jedrskih sledi so pokazali, da je v času obratovanja NEK gostota fluksa nevtronov največja na vstopni odprtini za težko opremo (3 velikostne razrede nad naravnim ozadjem), povečana je tudi na plašču zadrževalnega hrama v bližini odprtine za težko opremo in tudi na zaščiti pred to odprtino. Vrednost fluksa na plašču zadrževalnega hrama - z razdaljo od odprtine - v obodni (prečni) smeri polagoma upada. Povečan nevtronski fluks termičnih in hitrih nevtronov so detektorji zaznali skoraj na vsej zahodni strani zadrževalnega hrama; fluks hitro upada v smeri proti ograji (200 m). Meritve v sklopu te študije dokazujejo, da je fluks nevtronov skoraj ob vsej zahodni ograji NEK povečan. Absolutne vrednosti rezultatov in evalvacija nevtronskega fluksa so še v fazi preverjanja, pri čemer bo izvajalec vključil tudi preverjanje z drugo metodo detekcije nevtronov. S tem bo dana možnost za dokončne ugotovitve realnih

obremenitev okolja z nevtroni in jih vzporejati z upravno določenimi omejitvami. URSJV si bo prizadevala, da se bodo raziskave nevtronskega polja nadaljevale tudi v naslednjem letu, saj pojav nevtronov v zunanjem okolju reaktorja NEK (izven zadrževalnega hrama) zasluži posebno pozornost.

Stanje projekta "Geološko - tektonske in seizmološke raziskave" na območju NE Krško koncem leta 1996 (Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko (IGGG)). Namen raziskav je ugotoviti, v kakšni meri je obratovanje NEK varno ob potresu. Za doseg tega cilja je potrebno določiti maksimalno magnitudo (po Richterju), lego žarišč, kateri tektonski prelomi v okolici NEK dejansko obstajajo, njihovo dolžino in stopnjo njihove aktivnosti. Nadalje je predvidena reevaluacija projektnih potresnih parametrov in z novo varnostno analizo preverba kritičnih komponent NEK ter skupni seizmični riziko.

V maju 1993 sta URSJV in Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko (IGGG) pripravila dvofazni dvoletni interdisciplinarni program raziskav in ga ovrednotila na 213 mio SIT, oziroma, ker sredstva niso bila zagotovljena (priročljena), se je prvotno zastavljen program prilagajal zagotovljenim finančnim sredstvom.

Finančna sredstva, ki so jih do konca leta 1996 zagotovila URSJV (26,5 mio SIT), MZT (17,5 mio SIT) in MGD (8,7 mio SIT) so zadoščala za izvedbo okoli 25 % del predvidenih po programu. Rezultati opravljenih raziskav so kljub temu izboljšali dosedanje vedenje v geološki zgradbi in o seizmoloških razmerah raziskovanega območja. Rezultati so osnovani na sledečih najpomembnejših raziskavah:

Velik doprinos je dal regionalni refleksijski seizmični profil v smeri S-J dolg 12,6 km v oddaljenosti 2 km od NEK in dva visoko resolucijska seizmična profila v neposredni bližini NEK.

Zaradi ugotavljanja mehanizmov geneze Krške kotline je bilo geološko kartirano 65 km² od predvidenih 280 km² z zajemom geološke faktografije po metodologiji kartiranja vseh golic v M 1:5000. Pri kartiranju so bile uporabljene tudi paleoseizmične raziskave (razkopi).

Seizmološke raziskave so pokazale, da

- se šibkejši potresi pogosto pojavljajo v neposredni bližini (2 do 4

km) jedrske elektrarne Krško in da sistem za beleženje močnih potresov v NEK in opazovalnica za beleženje šibkejših močnih potresov (zgrajena l. 1994 na zahtevo URSJV) omogočajo do sedaj največjo natančnost opredelitve položaja žarišč potresov.

V nadaljnjih raziskavah bo nujno potrebno dokončati program geofizikalnih raziskav, ki vsebuje refleksijsko seizmično profiliranje v skupni dolžini cca 30 km. To so 3 profili, ki predstavljajo dodatne 3 stranice refleksijskega profiliranja v zanki okoli NE Krško. Na najzanimivejših mestih teh profilov bi izvedli še refraksijsko snemanje za ugotavljanje vodoravnega širjenja seizmičnih hitrosti in za izračun statičnih korekcij. Na najbolj zanimivih delih teh profilov pa bo potrebno izvesti tudi meritve z metodo visoko občutljive refleksijske seizmike, ki je v letu 1995 dala najbolj zanesljive podatke o strukturnih razmerah bližje površju.

Detajlno geološko kartiranje v M 1:5000 se bo nadaljevalo, v sklopu pa so predvidene tudi obsežne paleoseizmične raziskave z razkopavanjem.

Prioritetne naloge pri seizmoloških raziskavah z namenom opredelitve seizmotektonskega modela pa je nemudoma začeti s postavljanjem mreže potresnih opazovalnic. Postopno postavitve celotne mreže bi lahko za začetek rešili s prenosnimi opazovalnicami na začasnih lokacijah.

Glede na občutno zmanjšanje financiranja, tudi z upoštevanjem predvidenega sofinanciranja s strani Phare programov ni kmalu možno pričakovati zaključka projekta, kljub nenehni podpori različnih državnih organov in drugih inštitucij.

Podatkovna baza za neotektonske in seizmične raziskave Krške kotline (Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, IGGG, Ljubljana). V letu 1996 je bila dopolnjena podatkovna baza za Neotektonske in seizmične raziskave Krške kotline. Podatki so shranjeni v ACCESS sistemu, ki omogoča vizualizacijo in izpis tekstovnih, numeričnih in nekaterih grafičnih podatkov preko povezav z drugo programsko opremo (MS Word, Surfer, Corel, AutoCad). Prostorsko orientirani podatki, geološke karte in drugi geološki ter geofizikalni podatki pa so shranjeni v Arcinfo formatu. Za njihovo vizualizacijo in risanje je v uporabi ArcView. Celotna podatkovna baza je prenešana na eno zgoščenko, tako da jo je mogoče uporabljati na vsakem osebнем računalniku z ustrežno programsko in strojno opremo.

Karta črnbiliske kontaminacije (Institut Jožef Stefan iz Ljubljane): Opravljene so meritve krajevne porazdelitve Cs-137, ter je prikazana regionalna porazdelitev površinske kontaminacije na karti. Rezultati in karta so podani v poglavju 8.5

Meritve sevanja v termalnih zdraviliščih, (Zavodu RS za varstvo pri delu, ZVD). Opravljene so meritve sevanja v termalnih zdraviliščih ter je ocenjena obremenjenost delovnega okolja v zdraviliščih. Povzetek študije je podan v poglavju 8.6.

2.15. IZOBRAŽEVANJE

Uprava RS za jedrsko varnost je tudi v letu 1996 namenjala veliko pozornosti strokovnemu usposabljanju svojih delavcev.

Strokovni izpit, ki je pogoj za delo v državni upravi, predvideva tudi Pravilnik o notranji organizaciji in sistematizaciji delovnih mest v URSJV. Od 30 zaposlenih višjih upravnih, upravnih in strokovnih

tehničnih delavcev ima opravljen izpit 25 delavcev; med 5 delavci, ki ga še niso opravili, je sodelavka, ki se je prvič zaposlila v državni upravi in ga bo naredila v teku enega leta, in 4 pripravniki, ki bodo opravili strokovni izpit po končani pripravniški dobi.

Poudarek je tudi na računalniškem usposabljanju in tečajih tujih jezikov, predvsem pa na usposabljanju s področja jedrske varnosti in radiološke zaščite.

Trije delavci so uspešno zaključili tečaj "Osnove tehnologije jedrskih elektrarn", ki traja osem tednov in je potekal na Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo v Ljubljani. Dva delavca sta se udeležila strokovnega posvetovanja na temo "Informiranje javnosti o jedrskih tehnologijah". En delavec se je udeležil strokovnega posvetovanja "Usklajenost zakonodaje s tehničnimi predpisi". Pet delavcev je sodelovalo na seminarju "Načrtovanje ukrepov v sili".

Štirje sodelavci hodijo na tečaje angleščine, dva pa sta obiskovala tečaj računalništva.

Štirje sodelavci opravljajo ob delu tudi podiplomski študij.

Usposabljanje in šolanje je bilo zelo intenzivno tudi v tujini, (glej točko 2.12.1 tega poročila), saj lahko URSJV le na tak način strokovno pokriva področje, ki se nenehno razvija.

2.16. ZAPOSLOVANJE

Na dan 01. 01. 1996 je bilo na Upravi Republike Slovenije za jedrsko varnost zaposlenih 26 delavcev; v letu 1996 se je na URSJV zaposlilo 6 novih sodelavcev; od tega štirje na delovnih mestih pripravnikov, ki so bili sprejeti v delovno razmerje za določen čas, nova sodelavka je prišla za določen čas na mesto višje svetovalke kot nadomestna zaposlitev za delavko na porodniškem dopustu in druga nadomestna zaposlitev za svetovalca direktorja, kot nadomestna zaposlitev za sodelavko, ki je prenehala delovno razmerje na URSJV.

Tako je bilo na dan 31. 12. 1996 na naši Upravi zaposlenih 30 delavcev - povečanje gre na račun zaposlitve štirih pripravnikov.

Stopnje strokovne usposobljenosti 30 zaposlenih na URSJV so: 12 sodelavcev je magistrstov znanosti, 15 sodelavcev je z visoko izobrazbo, 1 sodelavka je z višjo izobrazbo in 2 sodelavki imata srednjo strokovno izobrazbo.

Struktura zaposlenih na zadnji dan leta pa je bila: en funkcionar, 21 višjih upravnih delavcev, 3 upravni delavci, 2 strokovno tehnični delavki, 3 pripravniki - upravni delavci in 1 pripravnica - strokovno tehnična delavka.

URSJV si prizadeva v okviru realnih zmožnosti in proračunskih sredstev zagotoviti večje število strokovnih delavcev. Trend zaposlovanja je v zadnjih letih sicer ugoden, vendar je tudi res, da je potrebno za šolanje strokovnjakov in redno izpopolnjevanje nameniti veliko sredstev.

Kljub sicer ugodnemu trendu pa ostaja dejstvo, da število zasedenih delovnih mest še ni zadostno, saj so mednarodna priporočila veliko zahtevnejša (od 80 do 100 strokovnjakov), mislija Evropske Unije RAMG pa je leta 1993 priporočila zaposlitev 40 strokovnjakov.

Tabela št. 2.5: Skupno število zaposlenih v URSJV (stanje december)

Leto	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Št. zaposlenih	5	7	9	11	16	18	20	26	30

2.17. STROKOVNA KOMISIJA ZA JEDRSKO VARNOST (SKJV)

Pri URSJV deluje Strokovna komisija za jedrsko varnost, ki se je v letu 1996 sestala štirikrat. Sestavlja jo 22 članov, 10 članov so delegirala ministrstva, 12 strokovnjakov pa je izvedencev za posamezna področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji. Deluje na osnovi Zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Uradni list SRS, št. 28/80) ter Poslovniku, sprejetem na 45. seji SKJV dne. 22.3.1991.

Poleg standardne točke, t.j. "varnost delovanja jedrskih objektov v obdobju po zadnji seji", je v SKJV v letu 1996 obravnavala:

- priprave na remot in menjavo goriva NE Krško (za leto 1996)
- posodobitev fizične zaščite NE Krško
- aktivnost pristojnih državnih organov ob 10. obletnici Černobilske nesreče
- poročilo MAAE misije v RŽV; poročili o pregledu verjetnostnih analiz NEK (za zunanje dogodke) in pregledu geoloških študij
- predlogi za izdajo pooblastil za opravljanje dejavnosti na področju jedrske varnosti
- osnutek poročila o jedrski in radiološki varnosti v letu 1995
- poročilo o remontu NE Krško za leto 1996
- poročilo o problematiki puščanja goriva
- poročilo o inventarizaciji in prepakiranju odpadkov iz Zavratca
- informacijo o predvideni gradnji hidroelektrarn v Brežicah in Krškem ter o vplivu gradnje na obratovanje in varnost NE Krško
- poročilo o vaji INEX - 2 - CH

2.18. UPRAVNI POSTOPEK ZA ZAMENJAVO UPARJALNIKOV

Izhodišča

Uvedba upravnega postopka temelji na naslednjem:

1. spremembah in posegih, ki jih načrtuje NEK:
 - dvig moči,
 - zamenjava uparjalnikov,
 - odlaganje starih uparjalnikov,
 - ostale manjše načrtovane in nenačrtovane modifikacije, ki bodo spreminjale zamenjavo
2. zakonskih osnovah (domača (ZVISJE, E1, E 2, Z3), in tuja (10CFR 50, itd) zakonodaja), ustrezni standardi (ASME, ANSI/ANSI), itd
3. pristojnost URSJV

Pristop in postopek

Iz zornega kota URSJV v tej fazi se projekt sestoji iz 7 celot, katere bodo predmet upravnega postopka - pregledovanje, ocenjevanje, analiziranje ter inšpekcijski pregledi, in sicer:

1. Spekter varnostnih analiz
2. Projektiranje/Izdelava uparjalnikov
3. Varnostna evaluacija modifikacije: zamenjava uparjalnikov
4. Zamenjava uparjalnikov
5. Odlaganje starih uparjalnikov
6. Ostale modifikacije in njihova varnostna evaluacija
7. Funkcionalni in start-up preizkusi.

Upravni postopek bo predvidoma potekal na naslednji način:

Na vlogo NEK bo URSJV obravnavala predmet v skladu s svojimi pristojnostmi ter procesnimi in materialnimi zakoni. Prvo vprašanje, ki se pojavlja, je formalno število upravnih postopkov. URSJV pričakuje, da se bo elektrarna predhodno opredelila, katere vloge

bo vložila in njihov obseg oz. vsebino. V naslednji fazah bo NEK podajala formalno(e) vlogo(e), in sicer v zgodnjih fazah aktivnosti in jih sproti, glede na to kako se projekt odvija, dopolnjevala. URSJV bo ob vsaki dopolnitvi vloge podala svoje mnenje in zahtevo za morebitnimi dopolnitvami, ki ji bo NEK upoštevala pri nadaljnjih korakih. Glede na izkušnje z 18 % čepljenjem bi morda veljalo razmisliti o največ dveh postopkih, in sicer:

- skladiščenje starih uparjalnikov,
- zamenjava uparjalnikov in povečanje moči.

Druge potrebe modifikacije bi teklo v ločenih upravnih postopkih. URSJV pričakuje, da bodo vsi sedaj odprti upravni postopki v letu pred dejansko menjavo uparjalnikov zaključeni.

V bodoče bo potrebno razviti boljše navodila za vodenje postopkov in izdajanje dovoljenj, ki bodo zagotovila nemoten potek projekta, upoštevajoč zmožnosti URSJV in pooblaščenih organizacij ter predvideno dinamiko projekta. Navodilo mora detajlno opredeliti načine in postopek obratovanja vlog NEK (dopolnitve vlog, strokovna mnenja), odločanje URSJV (analize in ocenjevanje vlog in mnenj, zahteve za dopolnjevanje vlog, izdajanje odločb), sodelovanje pooblaščenih organizacij ter potek upravnega postopka v celoti. Navodila bo razvila skupina na URSJV, ki bo projektno organizirana za izdajo dovoljenj za zamenjavo uparjalnikov. Zaradi učinkovitega dela, morajo NEK, URSJV in pooblaščenice organizacije pripraviti usklajeni program in dinamiko dela, načrt pričakovanega angažmaja in zagotoviti koordinacijo del.

Vloga pooblaščenih organizacij:

Vloga pooblaščenih organizacij se ne spremeni. URSJV bo zahtevala strokovna mnenja pooblaščenih organizacij v skladu z domačo zakonodajo.

Formiranje delovne skupine:

Pred pričetkom dela na projektu je potrebno definirati skupino, ki bo zadolžena za planiranje in izvedbo projekta, oz. upravnega postopka.

Kriteriji za sestavo skupine so naslednji:

- kompetentno zastopanje vseh potrebnih strokovnih področij (konstrukcije in materiali, varnostne analize, radiološka zaščita, itd.),
- pričakovani obseg dela,
- udeležnost/obremenjenost posameznih sektorjev na URSJV (jedrska varnost, inšpekcija, radioaktivni materiali, radiološka varnost),
- angažiranost ustreznega števila članov posameznih sektorjev tako, da se zagotovi normalno delo uprave na postopkih, ki niso v neposredni zvezi z zamenjavo uparjalnikov.
- časovna obremenitev posameznih članov,

Osnovne naloge skupine:

- jasna opredelitev strategije URSJV,
- vsebinska opredelitev projekta,
- razčlenitev projektnih nalog,
- ocena obsega del,
- načrtovanje in organizacija dela,
- usklajevanje in komuniciranje z NEK in pooblaščenimi organizacijami,
- vodnje upravnih postopkov,
- definiranje projektnih nalog za morebitne analize v podporo odločanju v upravnem postopku,
- pregled in ocenjevanje vlog in strokovnih mnenj,
- izdaja dovoljenj.

Usposabljanje:

Usposabljanje delavcev URSJV bo potekalo preko Tehnične pomoči MAAE in programa RAMG-PHARE.

2.19 PRORAČUN IN REALIZACIJA

Spodnja tabela 2.6. prikazuje proračun URSJV za leto 1996 (s spremembami) po ekonomskih namenih ter njegovo realizacijo.

Pri tem naj poudarimo, da predstavlja celovit proračun Uprave RS za jedrsko varnost zgolj cca 1 % proračuna Ministrstva za okolje in prostor.

Kot je razvidno iz tabele, je odstotek realizacije (v %) kumulativno za vse ekonomske namene skupaj skoraj 99 %. Sicer idealno

sliko realizacije pa kazijo sledeča dejstva:

- pri nekaterih postavkah (zaradi premajhne višine sredstev) dejansko ne gre za izvajanje programov, temveč zgolj za najosnovnejše aktivnosti na področjih, za katere je (skladno z zakonom o organizaciji in delovnem področju ministrstev) pristojna URSJV;
- zaradi istega razloga se nekateri programi delijo na podprograme, ki se izvajajo sukcesivno po letih, kar onemogoča racionalno in ekonomično porabo sredstev in izvedbo projektov;
- zaradi nedodeljenih sredstev nekaterih programov, ki bi jih sicer morali izvajati (po domači zakonodaji npr. s področja jedrske varnosti, predvsem pa varstva pred sevanji) nismo izvedli, zaskrbiljujoče pa je predvsem dejstvo, da logika linearnega dodeljevanja, predvsem pa krčenja sredstev onemogoča izvedo takih programov tudi v prihodnosti.

Tabela 2.6: Proračun URSJV za leto 1996

Ekonomski namen	Sprejeti proračun 1000 SIT	Proračun po spremembah 1000 SIT	Odstotek realizacije po sprejetem proračunu	Odstotek realizacije po spremembah proračuna
11 Plače - državni organi	80.380	94.313	117,3	100
21 Materialni stroški	21.030	22.730	104,4	96,6
99 Plačila storitev	41.272	39.272	93,1	97,8
108 Investicije	13.877	12.777	90,8	98,6
2513 URSJV	156.559	169.092	106,9	98,9

Tabela 2.7: Delež proračuna URSJV v MOP - brez rebalansov (v 000 SIT oz DEM, po tečju DEMna 31. julij)

leto	1994			1995			1996		
valuta	DEM	SIT	%	DEM	SIT	%	DEM	SIT	%
URSJV	1 435	114 320	1,96	1 831	149 105	1,26	1 754	156 559	1,38

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 1996 proizvedli 4 561 900 MWh (4.5 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 4 368 700 MWh (4.4 TWh) neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 7142.9 ur ali 81.32 % celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja je bila za 7.6 % višja od načrtovane. Tabela 3.1 prikazuje proizvodnjo električne energije po mesecih in primerjavo z načrtovano.

Proizvodnja toplotne energije reaktorja v NEK je znašala 13 121 306 MWh.

Celotna proizvodnja električne energije v Sloveniji je bila 11 510 GWh, delež proizvedene jedrske energije je 37.9 % (slika 3.1.)

Potrebe električne energije v Sloveniji so bile 9963 GWh, od tega 22 % pokriva jedrski delež. NEK je oddala v R Hrvaško 50 % proizvedene električne energije.

Varnostni indikatorji so kazalci varnega delovanja jedrskega objekta. V poročilu so prikazani najbolj pomembni indikatorji, vsi indikatorji pa so podani v poročilu NE Krško "NPP Krško, Performance Indicators for the year 1996" ter so na vpogled na URSJV oz. v NE Krško.

Tabeli 3.2 in 3.3 prikazujeta faktorje zanesljivosti obratovanja in časovno analizo obratovanja za NE Krško v letu 1996.

Tabela 3.1: Načrtovana in dosežena proizvodnja NE Krško za leto 1996.

mesec	Načrtovana proizvodnja (GWh)	Dosežena proizvodnja (GWh)	Razlika (%)
januar	430	463.732	7.84
februar	390	433.228	11.08
marec	430	462.076	7.46
april	420	448.620	6.81
maj	200	250.752	25.38
junij	0	0	0
julij	80	97.820	22.28
avgust	410	450.664	9.92
september	420	448.764	6.84
oktober	430	396.528	-7.78
november	420	448.160	6.70
december	430	468.356	8.92
skupaj	4,060	4,368.700	7.6

Viri: 1. Letno poročilo NE Krško 1996, feb. 1997.
2. Dopis 81-11/979, Elektro Slovenija, 31. 1. 1997.

Pri računanju kumulative za razpoložljivost, izkoriščenost in faktor prisilne ustavitve je upoštevana proizvodnja električne energije

od 01.01.1983 dalje, ko so bili končani zagonski preizkusi.

Tabela 3.2: Faktorji zanesljivosti obratovanja NE Krško v letu 1996. Tabela 3.2: Faktorji zanesljivosti obratovanja NE Krško v letu 1996.

	Leto 1996 (%)	Povprečje (%)
razpoložljivost	81.32	81.02
izkoriščenost	80.22	76.58
faktor prisilne ustavitve	0.07	1.66

Razpoložljivost (availability) jedrske elektrarne je količnik med številom ur obratovanja generatorja (sinhroniziranega z omrežjem ne glede na moč reaktorja) in celotnim številom ur v tem obdobju. Pove nam, koliko procentov časa je bila elektrarna priključena na omrežje.

Izkoriščenost (load factor) je količnik med dejansko pridobljeno električno energijo in električno energijo, ki bi jo lahko ob maksimalni kapaciteti teoretično pridobili v istem času.

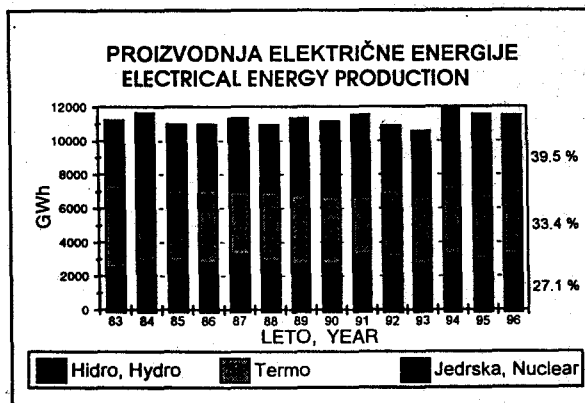
Tabela 3.3: Časovna analiza obratovanja NE Krško v letu 1996.

Časovna analiza proizvodnje	Ure	Odstotek (%)
število ur v letu	8784	100
trajanje obratovanja elektrarne (na omrežju)	7142.9	81.32
trajanje ustavitv	1641.1	18.68
trajanje remonta	1551.1	17.66
trajanje planiranih ustavitv	83.9	0.95
trajanje neplaniranih ustavitv	6.1	0.07

Slika 3.2 predstavlja s kakšno močjo je NE Krško obratovala v letu 1996. Variranje moči, do katerih je prišlo v juliju in avgustu, je posledica vremenskih pogojev. Ustavitve in zmanjšanje moči za več kot 10 % nazivne moči za čas daljši od 4 ur so prikazane v Tabeli 3.4.

Diagrami na slikah 3.3 do 3.8, ki prikazujejo glavne obratovalne podatke za celotno obdobje rednega obratovanja NE Krško, omogočajo, da lahko primerjamo rezultate iz leta 1996 s preteklim obdobjem. Faktor izkoriščenosti (Slika 3.3) se tudi v svetu uporablja kot glavna ocena uspešnosti obratovanja jedrske

elektrarne. Pomemben faktor je tudi razpoložljivost (Slika 3.4), ker v nekaterih elektrarnah namerno zmanjšujejo moč zaradi nihanj v porabi električne energije in tako ne dosegajo boljše izkoriščenosti. Na sliki 3.5 je predstavljena pridobljena električna energija za vsa leta rednega obratovanja jedrske elektrarne. Na slikah 3.6 do 3.8 so diagrami, kjer je upodobljeno število ustavitv elektrarne v posameznem letu, faktor prisilne ustavitve in število izrednih dogodkov na leto. Podatki na Sliki 3.8 se razlikujejo od tistih pred letom 1991, 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).

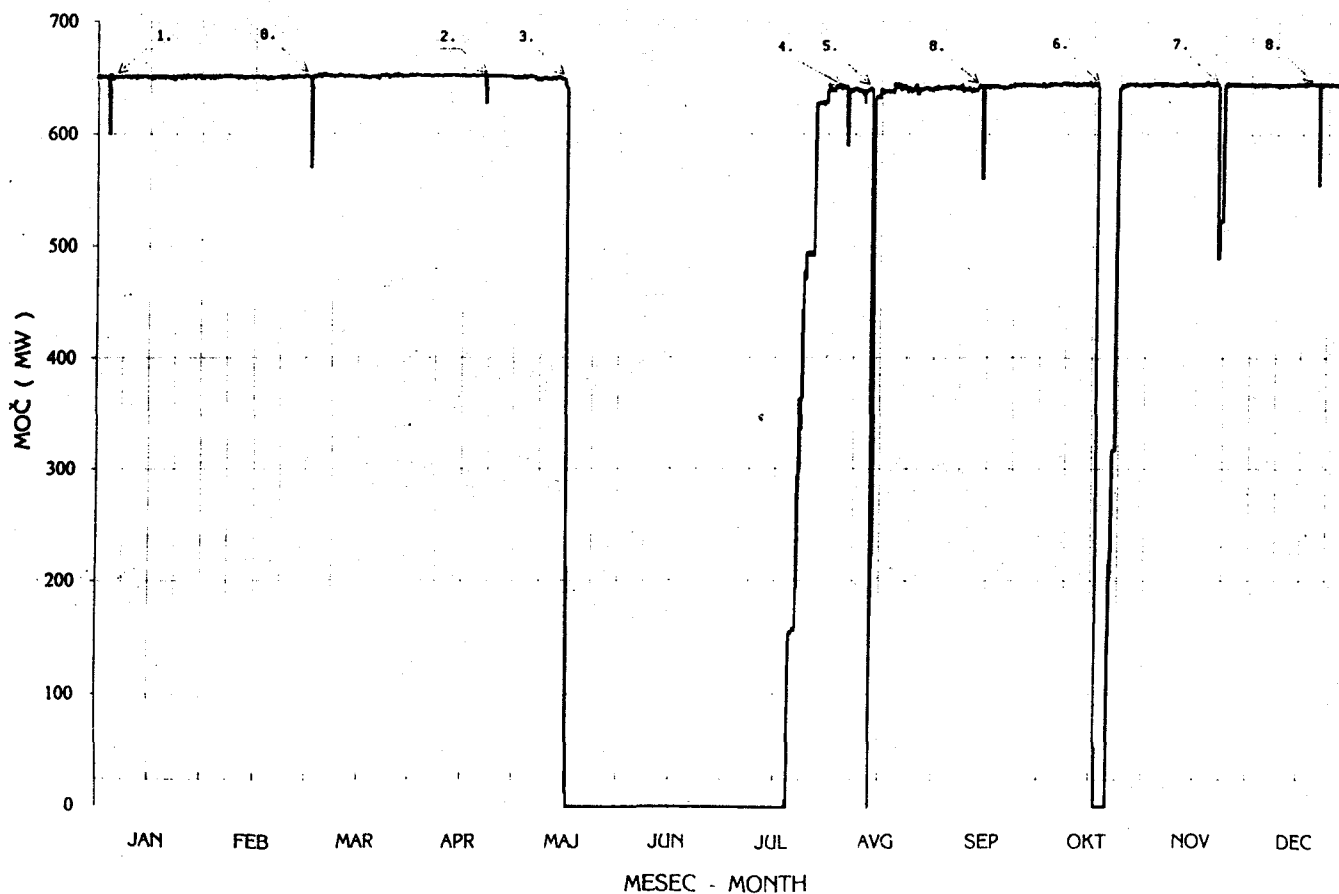


Slika 3.1:

DIAGRAM OBRATOVANJA NE KRŠKO ZA LETO 1996 NPP KRŠKO OPERATING DIAGRAM FOR 1996

Proizvedena energija na generatorju: 4.561.900 MWh
Proizvedena energija na pragu: 4.368.700 MWh
Razpoložljivost: 81.32 %
Izkoriščenost: 80.22 %

Gross energy produced: 4.561.900 MWh
Net energy produced: 4.368.700 MWh
Availability factor: 81.32 %
Capacity factor: 80.22 %

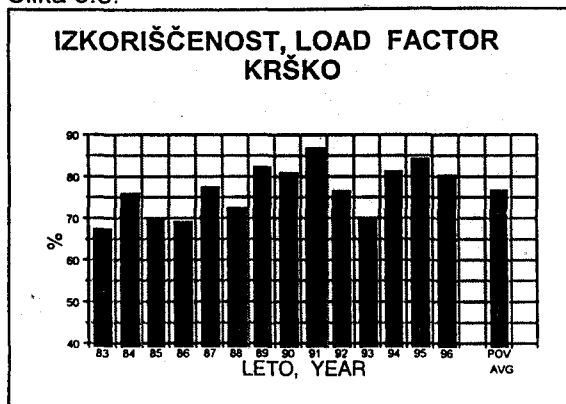


1. Nezaželjeno odpiranje drenaž HD sistema
- Inadvertant HD system drain valves opening
2. Menjava HD črpalk
- HD pumps switchover
3. Menjava goriva
- Refueling
4. Sanacija FW kontrolnih ventilov
- FW control valves repairation
5. Izpad elektrane zaradi nezaželenega zaprtja FW izolacijskega ventila
- Unit trip because of inadvertent FW isolation valve closure
6. Zaustavitev elektrane zaradi puščanja sekundarne strani uparjalnika št. 2
- Plant shutdown because of SG #2 steam leak
7. Zamenjava varnostnih zatičev na Taprogge filterih
- Safety pins replacement on Taprogge filters
8. Test turbinskih ventilov
- turbine valves test

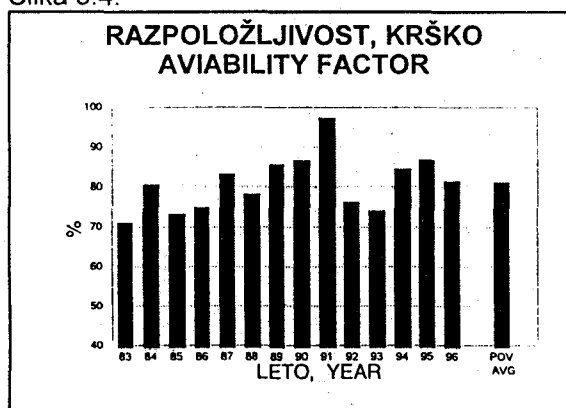
Slika 3.2: Časovni diagram moči NE Krško za leto 1996.

Slika 3.6:

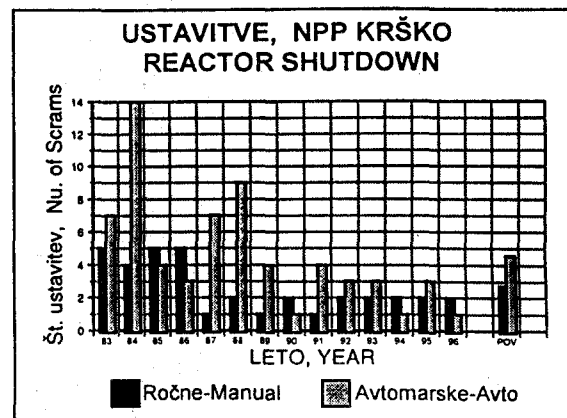
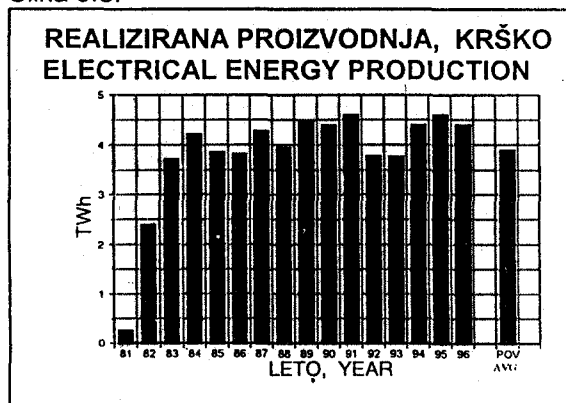
Slika 3.3:



Slika 3.4:

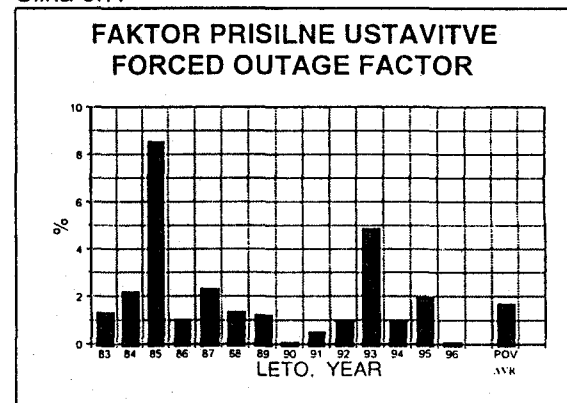


Slika 3.5:

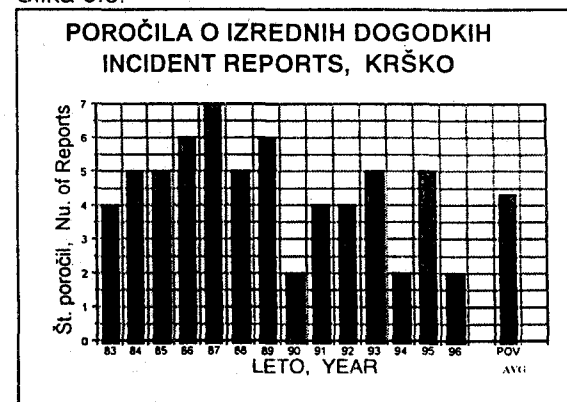


Opomba: Podatki o ustavitvi, realizirani proizvodnji, izkoriščenosti in o izrednih dogodkih so bili na novo preverjeni, zato obstajajo manjše razlike glede na poročila prejšnjih let. Ročne ustavitve vsebujejo ročne hitre ustavitve in kontrolirane ustavitve.

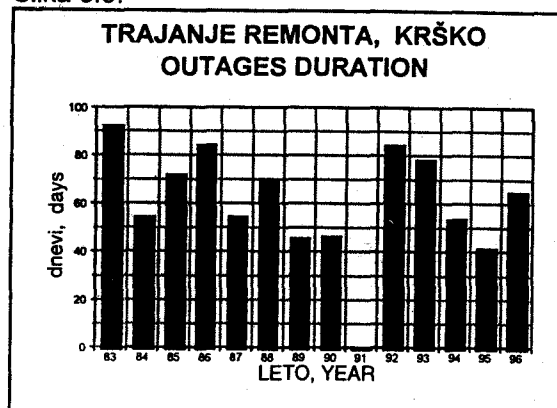
Slika 3.7:



Slika 3.8:



Slika 3.9:



3.1.2. Ustavitve in zmanjšanja moči reaktorja

Tabela 3.4 prikazuje datum in čas trajanja za dogodke, zaradi

katerih je NE Krško ustavljena 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 3.4: Načrtovane in nenačrtovane ustavitve NE Krško in zmanjšanja moči reaktorja v letu 1996 za več kot 10 % instalirane moči

Datum	Trajanje (h)	Vrsta	Način	Vzroki in pripombe
4.1.	3	Prisilna	avtomatski	Zmanjšanje moči na 92% zaradi kratkega stika ob menjavi varovalk v regulacijskem tokokrogu HD sistema.
3.3.	10.5	Planirana,	Ročni	Zmanjšanje moči na 89% zaradi testiranja turbinskih ventilov.
18.5.	1551.1	Planirana,	Ročni	Remont 96
7.8.	6	Planirana,	Ročni	Zmanjšanje moči na 92% zaradi vzdrževalnih del na kontrolnem ventilu glavne napajalne vode.
14.8.	6.1	Prisilna	Avtomatski	Avtomatska zaustavitev zaradi zaprtja izolacijskega ventila glavne napajalne vode.
15.9.	4.5	Planirana,	Ročni	Zmanjšanje moči na 90% zaradi testiranja turbinskih ventilov.
19.10	83.9	Planirana,	Ročni	Zaustavitev zaradi puščanja na slepi prirobnici sekundarne strani uparjalnika št.2.
23.11	35.5	Prisilna,	Ročni	Zmanjšanje moči na 76% zaradi vzdrževalnih del na kondenzatorju.
22.12.	5.5	Planirana,	Ročni	Zmanjšanje moči na 88% zaradi testiranja turbinskih ventilov.*

Opis izrednih dogodkov v letu 1996:

- 14.8.1996 je elektrarna pred dogodkom stabilno obratovala na polni moči. Ob 9:17 je prišlo do avtomatske zaustavitve zaradi nepričakovanega zaprtja izolacijskega ventila glavne napajalne vode. Do napake je prišlo zaradi pregorelih varovalk v krmilnem delu ventila, kar je v času vzdrževalnih del na instrumentaciji povzročilo istočasnost pogojev, ki so zahtevali zaprtje ventila. Elektrarna je bila isti dan ponovno sinhronizirana na omrežje. Po kriterijih mednarodne lestvice dogodkov - INES je bil dogodek

uvrščen med dogodke "nepomembno za jedrsko varnost" stopnje 0.

- 19.10.1996. Po lociranju puščanja na sekundarni strani uparjalnika št. 2 in napovedani zaustavitvi je bila elektrarna odklopljena iz omrežja 19.10.1996. Z odstranitvijo izolacije uparjalnika št. 2, je bilo ugotovljeno, da para izhaja pri tesnilu slepe prirobnice. Odprtina je bila leta 1982 uporabljena za namestitev instrumentacije za merjenje temperature vode v sekundarnem delu. Po ohladitvi elektrarne ter zamenjavi tesnila je

bila elektrarna 22.10.1996 sinhronizirana na omrežje. Dogodek ni imel nikakršnih posledic na okolico.

3.1.3. Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila

Obdobje med dvema menjavama goriva se imenuje reaktorski gorivni cikel. Leto 1996 zajema obdobje 12. in 13. gorivnega cikla.

Dvanajsti gorivni cikel je trajal od 1.6.1995, se nadaljeval v leto 1996 in se planirano končal 18.5.1996. Trinajsti cikel se je začel 20.6.1996 in bo predvidoma trajal do maja 1997. Sredico reaktorja so sestavljali gorivni elementi standardnega tipa 16 x 16 z začetno obogatitvijo 4.3 % U 235, ki jih je izdelal Westinghouse.

Stanje gorivnih elementov v reaktorju (integriteto goriva) se spremlja posredno glede na aktivnost reaktorskega hladila.

Tabela 3.5: Povprečna aktivnost primarnega hladila za 7., 8., 9., 10., 11., 12 in 13. cikel.

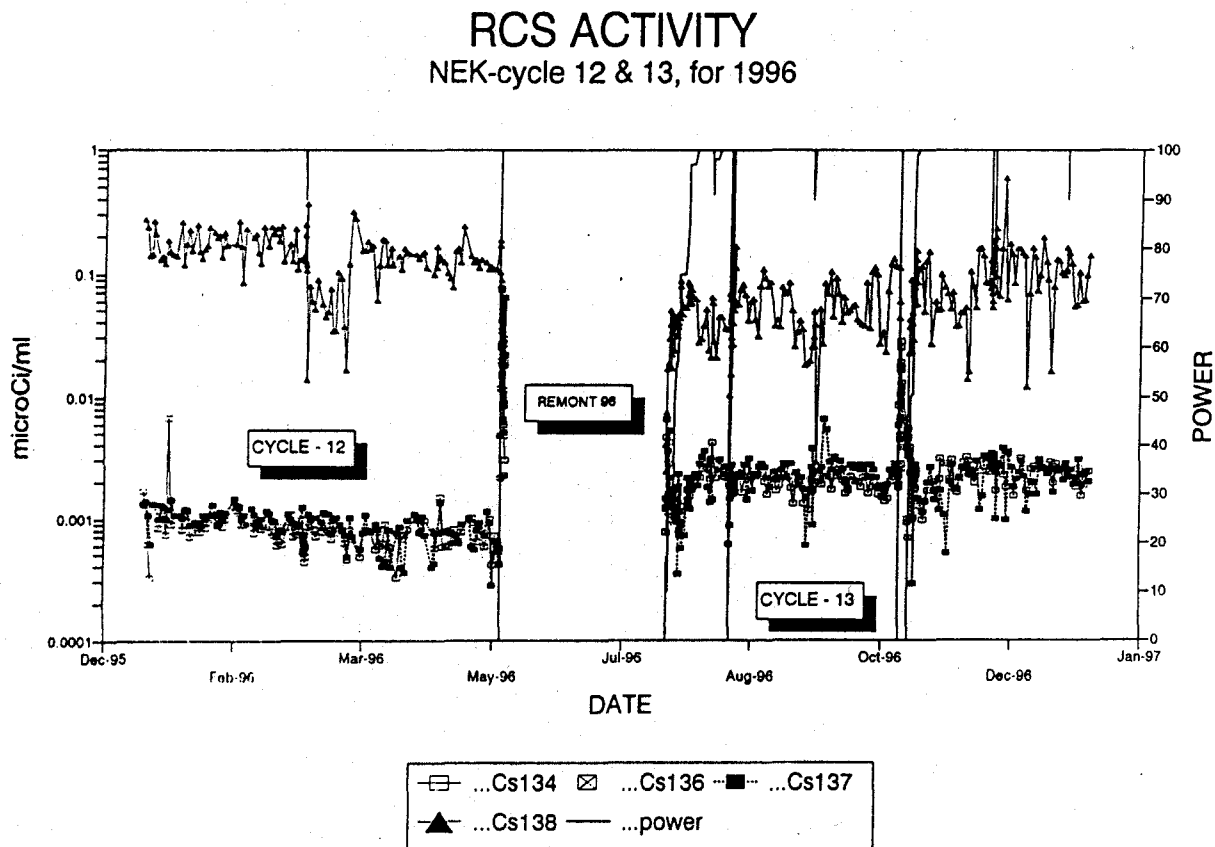
IZOTOP ($\lambda/2$ v urah h ali dnevih d)	POVPREČNA AKTIVNOST (GBq/m ³)									
	cikel 7	cikel 8	cikel 9	cikel 10	cikel 11		cikel 12 1.6.95 do 18.5. 96		cikel 13 20.7. do 31.12. 96	
					stabilni pogoji	vse meritve	stabilni pogoji	vse meritve	stabilni pogoji	vse meritve
J - 131 (8.1d)	0.08	0.03	0.10	0.11	0.78	7.44	0.44	0.66	0.17	0.31
J - 133 (20.8h)	0.55	0.34	0.25	1.09	3.99	9.14	2.22	2.12	1.51	1.76
J - 134 (0.87h)	2.22	1.22	0.68	0.62	5.40	5.40	5.81	6.03	7.14	5.73
Xe - 133 (5.24d)	23.3	7.40	16.83	6.10	19.72	20.35	12.62	18.61	5.11	4.22
Xe - 135 (9.1d)	2.96	0.89	5.81	3.20	16.24	16.68	13.65	17.39	5.03	4.55
Xe - 138 (14.2m)	0.93	0.52	0.91	0.41	3.09	3.63	5.92	7.03	5.55	5.14
Kr - 85m (4.5h)	1.11	0.26	1.54	0.73	2.33	2.39	2.11	2.623	0.63	5.81
Kr - 87 (1.3h)	0.48	0.19	0.93	0.47	2.69	2.82	3.53	3.85	1.18	1.10
Kr - 88 (2.84h)	1.11	0.32	2.36	1.12	6.88	6.33	4.92	5.51	1.54	1.42
Dolžina gor. cikla	308 dni	396 dni	485 dni	513 dni	469 dni		351		164	
Dolžina EFPD dni	275.5	365.5	437.9	394.5	406.5		336.7		158.1	
Maks. zgorelost elementa (MWD/TU)	37515	40048	46508	48352	48037		46129		38780	

Specifične aktivnosti določenih izotopov v primarnem hladilu se merijo med stabilnim obratovanjem in med prehodnimi pojavi. Spremljanje koncentracij izotopov v reaktorskem hladilu je potrebno da se zagotovi spoštovanje zahtev iz Tehničnih Specifikacij, ki določajo maksimalno dovoljeno specifično aktivnost primarnega hladila. V NE Krško analizirajo v primarnem hladilu izotope ksenona, kripton, cezija, cirkonija, niobija, neptunija in broma. Od teh so najpomembnejši: ksenon 133, 135 in 138; kripton 85m, 87 in 88 (kazalci poškodb v gorivu); jod 131 in 133 (kazalca poškodb in velikosti poškodb v gorivu); jod 134 (kazalec prisotnosti urana v hladilu) in cezij 134 in 137 (kazalca izgorelosti poškodovanega goriva). Pogostost merjenja specifične aktivnosti za različne izotope je odvisna od akcijskih nivojev in obratovalnih pogojev. V stabilnih pogojih na moči jemljejo podatke pet krat tedensko, medtem ko v pogojih zaustavitve ali dvigovanja moči merijo specifične aktivnosti na vsaki dve uri.

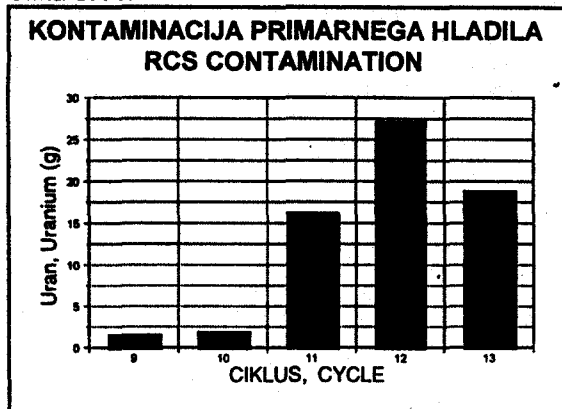
Za oceno tipa in obsega poškodb se spremlja koncentracija J-131, njegovo razmerje z J-133, razmerje izotopov cezija, spreminjanje specifične aktivnosti jodovih in ksenonovih izotopov v odvisnosti od časa in moči reaktorja, ter aktivnost J-134. Medtem ko je aktivnost J-131 indikator obsega poškodb v sredici, je zaradi različnih razpolovnih časov razmerje J-131/133 zelo dober indikator velikosti oziroma tipa poškodb. Difuzijski čas za dan izotop je finkcija velikosti poškodbe, zato lahko pri sorazmerno majhnih poškodbah pričakujemo manjše koncentracije izotopa J-133 in veliko razmerje omenjenih izotopov. J-134 je zaradi kratkega razpolovnega časa pokazatelj kontaminacije primarnega kroga z uranom. Iz razmerja izotopov cezija pri večjih spremembah moči lahko določimo v kateri gorivni regiji je poškodovan element. Oba izotopa sta odvisna od izgorelosti

goriva in njun kvocient v gorivu raste s fluksom termalnih nevtronov, ki mu je gorivni element izpostavljen. Iz primerjave osnovnih pokazateljev stanja jedrskega goriva za leta 1995 in 1996 je razvidno, da se je integriteta nuklearnega goriva v letu 1996 izboljšala. NEK je zaradi celovitega programa zagotovitve integritete nuklearnega goriva v remontu 1996 pričela 13 cikel brez prenesenih poškodb iz predhodnega cikla. Inšpekcija jedrskega goriva v remontu 1996 je izvajala s tremi metodami in sicer z ultrazvočno pulzno metodo, metodo z izsesavanjem in z vizualno metodo. V skladu s prakso v svetu je NEK sprejela dodatne obratovalne omejitve pri spremembi moči reaktorja. Ciklus 12 je NEK končala z omejitvami obratovanja, ki so predpisane z drugim akcijskim nivojem in so bile sprejete že v letu 1995. Po pojavu poškodbe v ciklu 13 pa NEK obratuje v skladu s programom zagotovitve integritete goriva, in ne pričakuje večjih sprememb aktivnosti primarnega hladila. Eden od pogostejših vzrokov za poškodbe goriva je prisotnost tujkov v primarnem hladilu. Izvaja se obsežen program kontrole izvajanja vzdrževalnih aktivnosti z namenom preprečitve vnosov tujkov v zaprte sisteme in opremo. V NEK so začeli s programom posodobitve goriva, ki vključuje novo spodnjo šobo gorivnega elementa "Debris Bottom Nozzle (DBFN)", ki se je v drugih elektrarnah pokazala kot učinkovita. Razlika je v tem, da ima nova šoba gostejšo rešetko luknjic, tako da se na njen ulovijo eventualni tujki. Prvič bodo posodobljene gorivne elemente uporabili v letu 1997. Nivo kontaminacije primarnega kroga je na koncu 12. ciklusa znašal 27.1g urana iz gorivnih elementov v celotnem primarnem sistemu, kar ni bistveno povečanje glede na začetek leta 1996. Nivo kontaminacije primarnega kroga 13. cikla je na začetku znašal 10.1g in se je zaradi prisotnosti poškodbe ob koncu leta povišal na 18.8g. Nivo kontaminacije je bistveno nižji v primerjavi s predhodnim 12. ciklom.

Slika 3.10: Časovni potek specifičnih aktivnosti jodovih izotopov v letu 1996 (12. in 13. cikel) v hladilu primarnega kroga

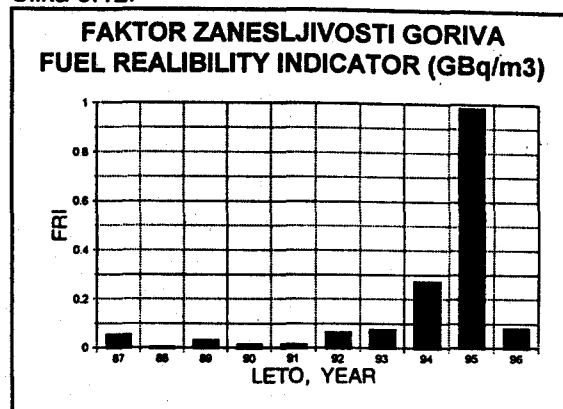


Slika 3.11:



Faktor zanesljivosti goriva (Fuel Reliability - FRI) je merilo zanesljivosti goriva, ki se uporablja tudi za primerjavo z drugimi reaktorji v svetu. Ta faktor predstavlja specifično aktivnost joda 131, korigirano za prispevek joda 134 iz razpršilnega urana v

Slika 3.12:



primarnem sistemu in normaliziranega na konstantno vrednost hitrosti čiščenja. Vrednosti FRI za cikel 12, cikel 13 in leto 1996 so zbrane v tabeli 3.6. NE Krško je bila znotraj ciljne vrednosti nazadnje leta 1991.

Tabela 3.6: FRI vrednosti za cikel 12, cikel 13 v letu 1996

	Faktor zanesljivosti goriva FRI		
	cikel 12	cikel 13	leto 1996
začetek	4.13E-3	4.07E-3	1.44E-2
konec	1.23E-2	/	5.84E-3
povprečje (vse meritve)	1.99E-2	v letu 1996 3.93E-3	8.16E-3

3.1.4. Izrabljeno jedrsko gorivo

Izrabljeno jedrsko gorivo se skladišči v bazenu, napolnjenem z vodo, ki vsebuje borovo kislino. V bazenu je dovolj prostora za 17 letnih polnitev in še za eno 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. Projektirana zmogljivost bazena za

shranjevanje izrabljenega goriva je bila predvidena do leta 2000. Ker pa je elektrarna v zadnjih letih povečala izkoristek jedrskega goriva (uporablja bolj obogateno jedrsko gorivo) lahko približno ocenimo, da bi obstoječa zmogljivost bazena za iztrošeno gorivo zadostovala predvidoma do leta 2003. Koncem leta 1996 je število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za iztrošeno gorivo znašalo 470.

Tabela 3.7: 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
1994	406	0**
1995	442	36
1996	470	28

* V letu 1991 ni bilo menjave goriva

** V letu 1994 je bil začetek remonta v dec. 94 in gorivo zamenjano v januarju 95

Reaktorska posoda - v skupno 121 gorivnih elementih se nahaja 49 ton obogatene urana

3.1.5 Radioaktivni odpadki

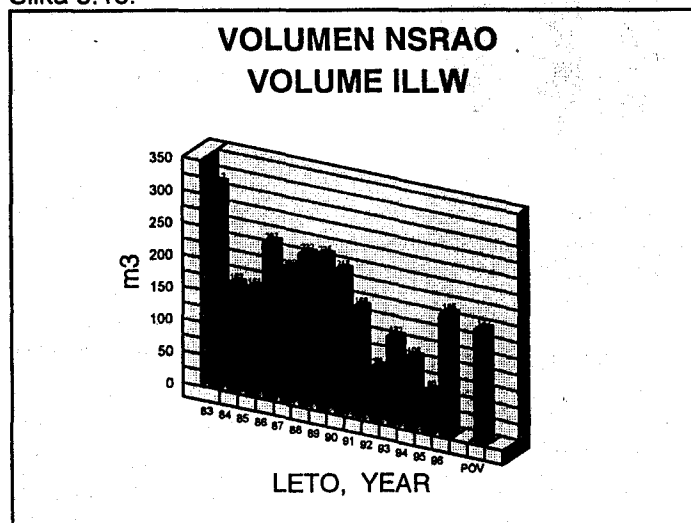
Med obratovanjem jedrske elektrarne nastajajo različne radioaktivne snovi v plinastem, tekočem in trdnem stanju, ki se predelajo v sistemu za predelavo radioaktivnih odpadkov. Sistem je konstruiran tako, da zbira, predeluje in shranjuje pakira odpadke v primerno obliko ter minimalizira sprostitvev radioaktivnih snovi v

okolico in področje elektrarne.

Uporabljajo se trije osnovni sistemi upravljanja z radioaktivnimi odpadki in sicer: sistem za tekoče, trdne in plinaste radioaktivne odpadke.

Predelani odpadki so razvrščeni v kategorijo nizko in srednje radioaktivnih odpadkov z zanemarljivo količino α - sevalcev in se shranjujejo v 200-litrne sode, in sicer:

Slika 3.13:



- nizkoaktivni stisljivi odpadki se pakirajo brez dodatne zaščite,
- preostali odpadki se shranjujejo v sode, ki so od znotraj obloženi z betonsko zaščito.

V letu 1996 so vskladiščili 476 sodov (NSRAO) s skupno aktivnostjo 1344 GBq.

Tabela 3.8: vrste nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov vskladiščenih v letu 1996

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (GBq)
EB	145	600
CW	242	289
O	54	4.8
SR	-	-
F	20	450
Skupaj	476	1344

V dosedanjem obratovanju elektrarne je do 31.12.1996 nastalo 12324 standardnih sodov, kar znaša 2588 m³ nizko in srednje radioaktivnih odpadkov.

Proizvodnja odpadkov v m³ po letih je prikazana na sliki 3.13.

V letih 1988 in 1989 je bilo stisnjeno 1924 standardnih sodov z volumnom 404 m³ v 617 sodov tipa SC z volumnom 197 m³.

Druga faza kompaktiranja je bila izvedena v letih 1994 in 1995,

kjer je bilo stisnjeno 8770 standardnih sodov. Stisnjeni sodi in 387 standardnih sodov z odpadki vrste in SR in F so bili vloženi v 1753 TTC. Z obema fazama stiskanja sodov je bilo v skladišču pridobljeno prostora za 2542 standardnih sodov ali 543 m³.

V tabeli 3.9 je podano stanje v skladišču na dan 31.12.1996, in sicer vrsta, količina, aktivnost, volumen, specifična aktivnost odpadkov in hitrost sodov na površini sodov.

Tabela 3.9: Stanje v skladišču NEK na dan 31. 12. 1996

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (GBq)	Prostornina (m ³)	Specifična aktivnost (GBq/m ³)	Hitrost doza mikro Sv/h od do
SR	689	16130	144.7	111.5	5 100000
CW	242	396.7	50.8	7.8	10 40000
EB	145	199.1	30.5	6.5	50 3000
F	98	1966	20.6	95.4	20 50000
O	69	64.3	14.5	4.4	10 10000
SC	617	531	197.4	2.7	10 25000
ST	1753	6784	1514.6	4.5	0.9 70000
Skupaj	3613	26071.1	1978.1	13.2	0.9 100000

Vir: Podatki v tabeli 3.9 so podani po NE Krško z dne 2.6.1997

Vrsta odpadkov:

SR -izrabljeni ionski izmenjevalci

CW -stisljivi odpadki

EB -koncentrat izparilnika

F -filtri

O - drugi odpadki

SC -stisnjeni odpadki leta 1988, 1989

ST - stisnjeni odpadki leta 1994, 1995

3.1.6. Uparjalnika

NE Krško ima dva uparjalnika tipa firme Westinghouse, ki sta podrobno opisana v Poročilu in radiološki varnosti v letu 1995. V letu 1996 so aktivnosti potekale v dveh smereh:

1. Kontrola in sanacija obstoječih uparjalnikov
2. Zamenjava uparjalnikov.

Pregled in sanacija obstoječih uparjalnikov

V času remonta '96 je bilo z namenom ugotavljanja obsega poškodb na obeh uparjalnikih potrebno izvesti pregled cevi v obratovanju (100%) in predhodno odčepljenih cevi, ki bi jih bilo glede na spremenjene kriterije čepjenja iz leta 1993 mogoče ponovno usposobiti za obratovanje (z ali brez vgrajenimi tulci). Pregled vseh teh cevi je bil izvršen z metodo vrtničnih tokov (ECT).

Pregled cevi v uparjalniku št. 1 (SG1) je obsegal 3710 cevi v obratovanju in 197 odčepjenih cevi (3907). V uparjalniku št. 2 (SG2) je bilo pregledanih 3858 cevi v obratovanju in 423 odčepjenih cevi (skupaj 4281 cevi). V vsakem uparjalniku se nahaja 4568 cevi.

Analiza rezultatov meritev z vrtničnimi tokovi (ECT) je pokazala naslednje:

uparjalnik št. 1:

- 33 cevi v obratovanju je imelo indikacije poškodb, ki so presegle kriterije čepjenja. Od tega so 15 cevi prvič začepili, v 18 cevi pa so vgradili tulce. V 3 cevi je bila vgradnja tulcev neuspešna in so jih zato začepili. V obratovanje je bilo vrnjeno 15 cevi z vgrajenimi tulci. Tako je bilo na koncu prvič začepljeno 18 cevi (15 + 3 s tulci), ki so bile do sedaj v obratovanju.
- od 197 odčepjenih cevi je bilo 45 cevi ponovno začepljeno, 9 cevi je bilo reaktivirano brez korektivnih posegov, v 143 cevi pa so vgradili tulce. V 11 cevi je bila vgradnja tulcev neuspešna, zato so jih začepili. V obratovanje so vrnili 132 cevi z vgrajenimi tulci. Skupaj je bilo tako ponovno začepljeno 56 cevi (45 + 11 s tulci).
- v R'96 so skupaj začepili 74 cevi (15-prvič + 3 s tulci + 45-ponovno + 11 ponovno s tulci), v obratovanje pa so vrnili 147 cevi s tulci (15 + 132)
- po R'96 je v obratovanju 3833 cevi, od tega je 299 cevi z vgrajenimi tulci, začepljeno je 735 cevi, kar znaša 16.09 %. Z upoštevanjem ekvivalenta hidrodinamskega upora vgrajenih tulcev pa je relativni delež začepjenih cevi 16.24 %.

uparjalnik št. 2:

- 74 cevi v obratovanju je imelo indikacije poškodb, ki so presegle kriterije čepjenja. Od tega so 21 cevi začepili, v preostalih 53 cevi pa so vgradili tulce. Poleg tega so vgradili tulce tudi v 6 cevi, ki sicer niso presegle kriterijev čepjenja, vendar pa bi aksialne razpoke v prehodnem področju lahko do naslednjega remonta že presegle kriterij čepjenja. Skupaj so v 59 (53 + 6-preventivno) cevi vgradili tulce. V 12 cevi je bila vgradnja tulcev neuspešna, ki so jih nato začepili. V obratovanje so tako vrnili 47 cevi z vgrajenimi tulci. Skupno je bilo prvič začepljeno 33 cevi (21 + 12 s tulci), ki so

bile do sedaj v obratovanju.

- od 423 odčepjenih cevi je bilo 88 cevi takoj ponovno začepljeno, 31 cevi so vrnili v obratovanje brez korektivnih posegov, v 304 cevi pa so vgradili tulce. Vgradnja tulcev je bila neuspešna v 37 cevi, zato so jih kasneje začepili. V obratovanje je bilo vrnjeno 267 cevi z vgrajenimi tulci. Skupaj je bilo začepljeno 125 cevi (88 + 37 s tulci).
- v R'96 so skupaj začepili 158 cevi (21-prvič + 12 s tulci + 88 ponovno + 37 ponovno s tulci), v obratovanje pa je bilo vrnjeno 314 cevi z vgrajenimi tulci (47 + 267).
- po R'96 je v obratovanju 4123 cevi, od tega je 314 cevi z vgrajenimi tulci, začepljeno pa je 452 cevi. Absolutna začepjenost znaša 9.89 %. Relativna začepjenost (z upoštevanjem tulcev) pa je 10.06%.

Povprečen delež začepjenih cevi v obeh uparjalnikih, ob upoštevanju vpliva vstavljenih tulcev je 13.15%.

Asimetrija začepjenosti med SG1 (16.24%) in SG2 (10.06%) je 6.18% in je glede na zaključke Westinghouse študije dovoljena, da lahko NE Krško obratuje na 100 % moči.

* Študija Westinghouse "NPP Krško 18 % Steam Generator Tube Plugging Analysis Review" ugotavlja:

- elektrarna lahko obratuje na polni moči z do 18 % začepjenih cevi v uparjalnikih,
- dovoljena je poljubna asimetrija čepjenja, če v nobenem uparjalniku ni preseženo 18 % čepjenje,
- v enem od uparjalnikov je lahko začepjenih tudi več kot 18 % (max. 20.5 %) cevi, v primeru, da je skupna vsota začepjenih cevi manjša od 18 % in da je asimetrija začepjenosti manjša kot 5 %.

Pregled statuta uparjalnikov NEK po korektivnih akcijah na U-ceveh

V tabelah 3.10 in 3.11 je predstavljen pregled statusa korektivnih aktivnosti na SG1 in SG2 za obdobje od remonta 1993 do remonta 1996.

Tabela 3.10: Uparjalnik št.1 (SG1), status uparjalnika po korektivnih akcijah na U-ceveh

Status U-cevi v uparjalniku	R'93		R'94		R'95		R'96	
Brez tulcev skupaj	3582		3582		3558		3534	
-normalno naprej		3559		3511		3558		3525
-reaktivirane, prej začepljene		23		71		0		9
S tulci skupaj	166		158		152		299	
Obratuje skupaj	3748		3740		3710		3833	
VGRADNJA TULCEV								
S tulci	166		0		0		147	
-prej v obratovanju		27		0		0		15
-reaktivirane prej začepljene		139		0		0		132
ČEPLJENJE								
Odčepljeno	245		156		64		197	
-ponovno začepljeno po kriterijih čepjenja		37		85		0		45
-ponovno začepljeno, neuspešna vgradnja tulcev		46		0		0		11
-ponovno začepljeno, drugi razlogi (npr.: * zamenjava čepov)		0		0		64*		0
-reaktivirano brez tulcev		23		71		0		9
-reaktivirano s tulci		139		0		0		132
Skupaj ponovno začepljeno	83		85		64		56	
Prvič začepljeno, prej v obratovanju	110		79		30		18	
-začepljeno brez tulcev (po kriterijih čepjenja)		93		71		24		15
-začepljeno s tulci (neuspešna vgradnja tulcev)		17		8		6		3
Začepljeno skupaj v remontu (prvič +ponovno začepljeno)	193		164		94		74	
Neodčepljeno	623		672		764		661	
Začepljeno skupaj	820		828		858		735	
Absolutna začepljenost cevi v %	17.95		18.13		18.78		16.09	
Relativna začepljenost (z tulci) v %	18.05		18.21		18.87		16.24	
Skupno število U-cevi	4568							

Tabela 3.11: Uparjalnik št.2 (SG2), status uparjalnika po korektivnih akcijah na U-cveh

Status U-cevi v uparjalniku	R'93		R'94		R'95		R'96	
Brez tulcev skupaj	3966		3916		3858		3809	
-normalno naprej		3849		3916		3858		3778
-reaktivirane, prej začepljene		117		0		0		31
S tulci skupaj	0		0		0		314	
Obratuje skupaj	3966		3916		3858		4123	
VGRADNJA TULCEV								
S tulci	0		0		0		314	
-prej v obratovanju		0		0		0		47
-reaktivirane prej začepljene		0		0		0		267
ČEPLJENJE								
Odčepljeno	179		6		81		423	
-ponovno začepljeno po kriterijih čepljenja		62		0		0		88
-ponovno začepljeno, neuspešna vgradnja tulcev		0		0		0		37
-ponovno začepljeno, drugi razlogi (npr.: * zamenjava čepov)		0		6*		81*		0
-reaktivirano brez tulcev		117		0		0		31
-reaktivirano s tulci		0		0		0		267
Skupaj ponovno začepljeno	62		6		81		125	
Prvič začepljeno, prej v obratovanju	87		51		58		33	
-začepljeno brez tulcev (po kriterijih čepljenja)		87		51		58		21
-začepljeno s tulci (neuspešna vgradnja tulcev)		0		0		0		12
Začepljeno skupaj v remontu (prvič +ponovno začepljeno)	149		57		139		158	
Neodčepljeno	460		602		578		294	
Začepljeno skupaj	609		659		717		452	
Absolutna začepljenost cevi v %	13.31		14.40		15.67		9.89	
Relativna začepljenost (z tulci) v %							10.06	
Skupno število U-cevi	4575							

Slika 3.14:

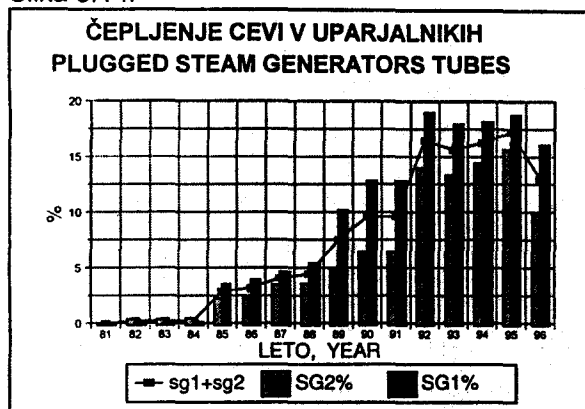


Tabela 3.12: Število vgrajenih čepov v uparjalnika NE Krško in % začepljenosti

Leto	Uparjalnik št. 1			Uparjalnik št. 2		
	št. začepljenih cevi		začepljenost %	št. začepljenih cevi		začepljenost %
1982	4	število tulcev	0.088	17	število tulcev	0.370
1983	4		0.088	17		0.370
1984	6		0.130	21		0.460
1985	161		3.520	100		2.190
1986	179		3.920	112		2.450
1987	212		4.640	159		3.480
1988	246		5.390	162		3.540
1989	465		10.180	220		4.810
1990	584		12.780	293		6.400
1992	868		19.02	639	0	13.97
1993	820	166	17.95	609	0	13.31
1994	828	158	18.13	659	0	14.40
1995	858	152	18.78	717	0	15.67
1996	735	299	16.09	452	314	9.89

Zamenjava uparjalnikov

Zamenjava uparjalnikov je že uveljavljen postopek v jedrskih elektrarnah v svetu. Izkušnje kažejo, da večina uparjalnikov ne bo vzdržala predvidene življenjske dobe, zato se že rutinsko menjajo. Za zamenjavo uparjalnikov se danes odloča predvsem iz dveh razlogov:

1. Pri sanaciji uparjalnika so kolektivne učinkovite doze delavcev velike
2. Zmanjšanje ekonomskih izgub zaradi stalno rastočih stroškov medobratovnih pregledov in sanacija uparjalnikov ter izgub, ki nastanejo zaradi vse daljših ustavitvev elektrarne in v končni fazi znižanja moči elektrarne

Jedrska elektrarna Krško ima enake težave kot elektrarne v svetu, ki imajo podobne uparjalnike.

Septembra 1995 je ob obravnavanju Letnega poročila o jedrski in radiološki varnosti v letu 1994 Vlada Republike Slovenije sprejela sklep, ki nalaga pristojnim ministrom, da v okvirju svojih pristojnosti omogočijo NEK izvajanje potrebnih ukrepov za zagotavljanje njenega varnega obratovanja. Za stabilno obratovanje NEK je nujno potrebno izvesti modernizacijo, ki zajema:

- Projektiranje, izdelavo in dobavo dveh novih uparjalnikov,
- Projektiranje, pripravo, demontažo in montažo ter potrebne prilagoditve novih uparjalnikov ter zgradbo za stara uparjalnika,
- Varnostne analize za preverbe in pridobitev dovoljenja za

menjavo uparjalnikov in povečanje moči po zamenjavi.

Tem paketom je NEK priključila še popolni simulator za usposabljanje operaterjev in razširitev hladilnih celic.

V letu 1996 so aktivnosti potekale v sklopu prvega dela projekta oz. na projektiranju, izdelavi in dobavi dveh novih uparjalnikov. Takoj po sprejemu Resolucije o strategiji rabe in oskrbe Slovenije z energijo je NEK objavila mednarodni razpis za dobavo novih uparjalnikov. Razpis je bil poslan na znane naslove štirih firm, ki so v zadnjih letih dobavile nove uparjalnike za potrebe elektrarne v svetu. To so firme:

- Westinghouse, ZDA
- Babcock & Wilcox, Kanada
- Konzorcij Siemens-Framatome, Nemčija-Francija
- Mitsubishi Heavy Industries, Japonska

Na osnovi ponudb, ogledov inženirskih in proizvodnih zmogljivosti ponudnikov ter na osnovi revizije ponudbe je NEK konec decembra 1996 izbrala za dobavitelja uparjalnikov Siemens-Framatome.

Viri:

1. Letno poročilo 1996, NE Krško, februar 1997
2. Zbirna strokovna ocena remonta in menjave goriva 1996 v NE Krško, Elektroinštitut "Milan Vidmar", julij 1995
3. Informacija o vrednotenju ponudb za izdelavo in dobavo dveh novih uparjalnikov za NEK, NEK z dne 21.10.1996.

3.1.7. Modifikacije v NE Krško izvedene v letu 1996

Modifikacija v letu 1996, za katero je URSJV izdala odločbo

1. Modifikacija 046-HC-L, "Nadzor H² v zadrževalnem hramu"
Za modifikacijo, ki ima status NSR, se je v letu 1995 izdelovala projektna dokumentacija. V letu 1996 se je izvršila vgradnja sistema monitoringa H₂, z razširjenim področjem prikazovanja (0-10%).

Ostale modifikacije v letu 1996

1. Modifikacija 085-EE-S, "Meritev tokov RHR črpalk". Modifikacija je imela status NSR in je zajemala vgradnjo amper metrov za merjenje tokov RHR črpalk, kar bo omogočalo izboljšano spremljanje RHR sistema, še posebno v pogojih znižanega nivoja v RCS sistemu.
2. Modifikacija 099-RH-S, "RHR LO-LO FLOW ALARM". Modifikacija, ki ima status NSR, je zajemala vgradnjo alarma nizkega pretoka (150 m³/hr), kar zagotavlja dodatno informacijo operaterjem in s tem zmanjšanje tveganja zaradi kavitacije RHR črpalk, posebno pri znižanem nivoju v RCS-u.
3. Modifikacija 016-DG-L, "Pred - podmazovanje Diesel agregatov". Modifikacija je imela status NSR in je bila izvedena z namenom, da pred izvajanjem mesečnih testov dieselskega agregata ni potrebno podmazovati s prenosno črpalko, ampak se to izvaja s pomočjo vgrajene črpalke, ki stalno obratuje.
4. Modifikacija 082-DG-S, "Prestavitev instrumentacije na diesel agregatih". Modifikacija je imela status NSR in je zajemala prestavitev približno 20 merilnih mest zaradi oteženega dostopa do temperaturnih (TS) in tlačnih stikal (PS).
5. Modifikacija 138-DG-S, "Zamenjava sistema temperaturnega monitoringa na DG". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala zamenjavo nezanesljivih analognih merilnikov z digitalnim. Temperaturni monitoring zajema prikaz temperatur izpušnih plinov, olja in hladilne vode.
6. Modifikacija 075-DG-S, "Sprememba funkcije Lockout releja". Modifikacija je imela status NSR in je zajemala ločitev signalizacije napak, ki nastanejo na diesel motorju (mehanske), od napak, ki nastanejo na električnem generatorju.
7. Modifikacija 103-BD-S, "Povezava BD in FD sistema". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala povezavo med BD in FD sistemom, kar bo omogočalo, v primeru puščanja cevi uparjalnika, kontrolirano procesiranje kontaminiranega sekundarnega kroga.
8. Modifikacija 161-CC-L, "Priključitev sistema IDDS (In Drum Drying System) na CC". Modifikacija je imela status NDR in je zajemala priključitev bodočega sistema IDDS na CC sistem.
9. Modifikacija 136-CW-S, "Sprememba kontrolnega kroga CW črpalk za izpiranje sita". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala izvedbo alarmiranja v primeru izpada obratujoče črpalke za izpiranje sita.
10. Modifikacija 010-CW-L, "Zamenjava potujočih rešet na CW sistemu". Modifikacija, ki ima status NNSR, je zajemala zamenjavo zadnjih dveh rešetk št. 4 in št. 6.
11. Modifikacija 128-FP-S, "Skrajšanje osi črpalke FP 100PMP-011". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala skrajšanje osi diesel protipožarne črpalke za 1 m, kar zagotavlja odmik vsisa črpalke iz področja mulja in izboljšanje karakteristike črpalke.
12. Modifikacija 113-FP-S, "Vgradnja filtrov v hladilni sistem FP 100PMP-001". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala vgradnjo dvojnega filtra v sistem hladilne vode diesel protipožarne črpalke, kar bo bistveno prispevalo k razpoložljivosti črpalke.
13. Modifikacija 045-HE-L, "Dvigalo za opremo v reaktorski zgradbi". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala montažo 5 t dvigala za opremo na elevaciji 115 v reaktorski zgradbi.
14. Modifikacija 183-CP-S, "Konzolno dvigalo nad MG seti". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala instalacijo konzolnega dvigala nad enim MG setom, kar bo omogočalo hitrejši in varnejši vzdrževalne posege na MG setih.

15. Modifikacija 191-NA-s, "Varovalna ograja okoli Rx bazena". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala prvo fazo instalacije varovalne ograje okoli Rx bazena, kar bo omogočalo varnejše vzdrževalne posege v okolici Rx bazena. Druga faza instalacije bo izvedena v remontu 97.

16. Modifikacija 122-RH-S, "Učvrstitev ventila 13714". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala učvrstitev v osnovnem projektu nepravilno montiranega drenažnega ventila.

17. Modifikacija 141-RC-S, "Platforma pri ventilih za mid-loop indikacijo". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala montažo delovne platforme, ki bo omogočala varnejši pristop pri operativnih in vzdrževalnih delih na ventilih.

18. Modifikacija 156-HD-S, "Mehanska tesnita HD črpalk". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala zamenjavo klasičnih tesnil z mehanskimi tesnili na eni od HD črpalk.

19. Modifikacija 135-MW-S, "Prelivna linija za MW900TNK-001". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala montažo fiksne prelivne linije na tanku za odplinjevanje MW sistema, kar bo onemogočalo nekontrolirano prelivanje vode iz tanka po tleh CC zgradbe.

20. Modifikacija 146-NA-s, "Instalacija sidrnih plošč za SI ventile". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala montažo sidrnih plošč za potrebe vzdrževalnih del na ventilih.

21. Modifikacija 148-HE-S, "Modifikacija dvigala v "Drumming room-u". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala vgradnjo daljinskega vodenja in prestavitev določenih komponent (panelov) za potrebe bodočega sistema IDDS.

22. Modifikacija 153-CP-L, "Odstranitev Part Length Control Rod sistema". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala odstranitev kontrolnih stikal z glavne kontrolne plošče za sistem Part Length Control Rod, ki v NEK ni v funkciji.

23. Modifikacija 178-FP-S, "Povezava kompleksa Faze-III s hidrantnim omrežjem". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala priključitev skladiščno poslovnega kompleksa na električno hidrantno omrežje.

24. Modifikacija 112-CH-L, "Sistem kemijske podatkovne mreže". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala instalacijo računalniškega omrežja za zajemanje "on-line" in "off-line" kemijskih parametrov.

25. Modifikacija 168-NA-L, "Preureditev TK prostora". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala preureditev prostora TK (telekomunikacijske opreme) za potrebe namestitve nove telefonske centrale, v skladu s predpisi za prostore s TK opremo.

26. Modifikacija 213-PC-L, "Brezprekinitveno napajanje TK opreme". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala instalacijo brezprekinitvenega napajanja za potrebe nove telefonske centrale.

27. Modifikacija 199-ES-S, "Ločitev ničelne točke v alarmnem panelu". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala ločitev skupne ničelne točke virov napajanja v alarmnem napajanju. Napaka v povezavi je bila odkrita pri preventivnih vzdrževalnih posegih.

28. Modifikacija 186-VA-L, "Nadzor nadtlaka v glavni kontrolni sobi". Modifikacija je imela status NNSR in je zajemala vgradnjo zakasnitvenega člana v alarmnem tokokrogu. Do pojava alarma je prihajalo ob vsakokratnem odpiranju vrat glavne kontrolne sobe.

29. Modifikacija 163-AF-L, "N₂ za upravljanje AF in MS PORV ventilov". Modifikacija je imela status NSR in je zajemala instalacijo tlačnih rezervoarjev z N₂ plinom, ki zagotavlja možnost upravljanja s kontrolnimi ventili AF sistema in razbremenilnimi ventili glavnih parovodov v primeru izgube izmeničnega napajanja. (SBO).

Pomen kratic:

NSR- Nuclear Safety Related

NNSR- Non Nuclear Safety Related

Vir: Letno poročilo 1996, NE, Krško, februar 1997

3.1.8. Izpostavljenost delavcev v NEK

V NE Krško je organizirana služba za radiološko zaščito, z nalogo, 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 zunanji izvajalci pogodbenih del.

Povprečna izpostavljenost posameznih delavcev sevanju v jedrski elektrarni je nizka. Povprečna efektivna doza delavca v letu 1996 je bila 2.26 mSv, kar je približno 4.5% predpisane mejne vrednosti za delavce, ki so poklicno izpostavljeni ionizirajočemu sevanju (veljavni Pravilnik o mejah, ki jih ne sme presegati sevanje, Uradni list SFRJ, št. 31/1989), oziroma 11.3% po novejših priporočilih ICRP (1991) in BSS (1996).

Od tega je bila povprečna efektivna doza delavcev iz elektrarne 1.33 mSv, za zunanje delavce pa 2.86 mSv. Največji del doze so delavci prejeli med rednim letnim remontom elektrarne. Ugotavljamo, da so bile v letu 1996 prejete povprečne efektivne doze v NEK manjše od povprečne doze za PWR reaktorje v svetu, to je 2.5 mSv (UNSCEAR 1993).

Tabela 3.13 prikazuje porazdelitev efektivnih doz delavcev v NE Krško. Iz NE Krško je 18 delavcev prejelo letno efektivno dozo večjo od 5 mSv. Najvišjo efektivno dozo je prejel delavec TO.VZST (16.85 mSv). Od zunanjih delavcev (pogodbena dela) je efektivno dozo nad 5 mSv prejelo 124 delavcev. Najvišja efektivna doza v NEK, ki jo je prejel zunanji sodelavec (ABB-CE SG - korektiva), je znašala 14.64 mSv.

Tabela 3.14 prikazuje kolektivno efektivno dozo v NE Krško glede na različne dejavnosti, ki vključuje vse delavce. Iz nje vidimo, da so sevanju najbolj izpostavljeni delavci vzdrževanja. Skoraj 90 % celoletne doze prejme osebje v času remonta

Iz tabele 3.15 vidimo, da je bila izračunana kolektivna efektivna doza za vse delavce, ki so delali v NEK v letu 1996, 2.01 človekSv, kar je več kot leta 1995 (1.4 človekSv) in več kot leta 1994 (0.84 človekSv). Pri tem moramo upoštevati, da v remontu 1994 ni bilo menjave goriva, dodatno pa je bil v letu 1995 prispevek super-kompaktiranja radioaktivnih odpadkov približno 0.3 človekSv. Izračunana vrednost za kolektivno efektivno dozo v letu 1996 je v razredu povprečne vrednosti za celotno obdobje komercialnega obratovanja NEK od leta 1983 do 1996 (2.09 človekSv). Nizke efektivne doze gredo predvsem na račun sistematičnega preventivnega dela za zmanjšanje obsevanosti delavcev (izobraževanje, urjenje spretnosti za opravilo posameznih nalog v polju sevanja in boljše planiranje del, tako da se čas zadrževanja v polju sevanja skrajša). Kolektivna doza za osebje NEK je znašala v letu 1996 le 0.47 človekSv, za izvajalce pogodbenih del in delavce glavnega dobavitelja opreme pa 1.54 človekSv.

V letu 1996 izračunana kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene neto električne energije je 4.00 človekSv/GWleto, kar je največ v zadnjih treh letih (leta 1993 3.89 človekSv/GWleto, leta 1994 1.6 človekSv/GWleto in leta 1995 2.69 človek Sv/GWleto). Če to vrednost primerjamo s povprečno vrednostjo 4.3 človekSv/GWleto za PWR reaktorje v svetu (isti tip reaktorja kot je v NEK) vidimo, da je obsevanost delavcev manjša od povprečja (UNSCEAR 1993). Prav tako je kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene električne energije v NEK manjša, kot je povprečje za Združene države Amerike (6.02 človekSv/GWleto). Porazdelitev prejetih efektivnih doz v NE Krško v letih 1983 do 1996 je prikazana na sliki 3.15.

V letu 1996 v NEK ni bilo radioloških dogodkov, pri katerih bi prišlo do nenačrtovanega obsevanja delavcev bodisi zaradi zunanjega obsevanja ali zaradi notranje oziroma zunanje kontaminacije. V nobenem primeru niso bile presežene zakonske ali operativne mejne vrednosti za individualno obsevanost.

Tabela 3.13: Porazdelitev efektivnih doz za vse delavce, ki so delali v NE Krško v vseh letih obratovanja

Leto	Območje letno prejetih efektivnih doz (mSv/leto)							Štev. delavcev skupaj
	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
1994	536	187	32	2	0	0	0	757
1995	521	248	62	16	3	0	0	850
1996	489	256	114	25	3	0	0	889

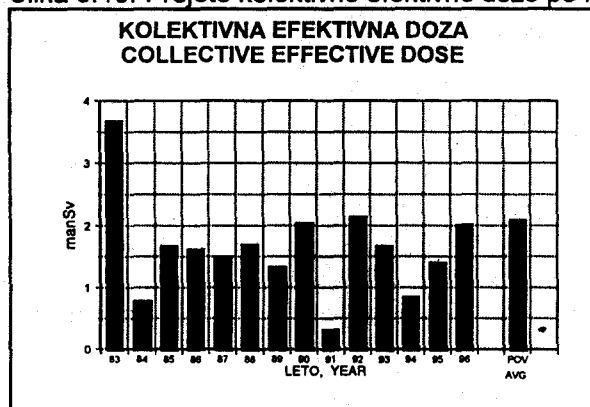
Tabela 3.14: Kolektivna efektivna doza sevanja za osebje v NE Krško v letu 1996, katerih letne doze presegajo 5mSv, glede na dejavnost in osebje.

Opravila/osebje	Kolektivna efektivna doza za osebje (človekSv)		
	NEK	glavnega dobavitelja opreme	ostali
Obratovanje reaktorja			
Redno vzdrževanje:		0.018	1.522
-vzdrževalno osebje (12)	0,272		
-pogonsko osebje (2)	0,103		
-osebje radiol. zaščite (3)	0,086		
-nadzorno teh. osebje (1)	0,008		
Skupaj	0,469	0,018	1,522

Tabela 3.15: Kolektivna in povprečna efektivna doza za delavce v 1996

	Kolekt. efekt. doza (človekSv)	Štev. delavcev	Povprečna doza (mSv)
NEK	0.469	350	1.33
Zunanji	1.541	539	2.86
Skupaj	2.010	889	2.26

Slika 3.15: Prejete kolektivne efektivne doze po letih za vse delavce v NE Krško



3.1.9. Izpuščanje radioaktivnosti v okolje

Omejitve za izpuščanje radioaktivnih snovi iz NE Krško v okolico so predpisane z odločbo Republiškega energetskega inšpektorata za začetek obratovanja jedrske elektrarne, štev. 31-04/83-5 z dne 6.2.1984.

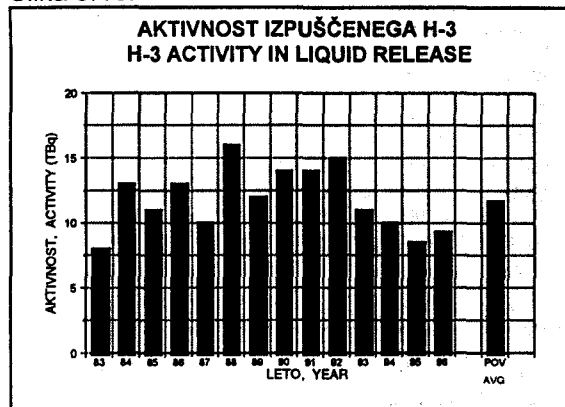
V dnevni, mesečni, kvartalni in letni poročili NE Krško redno poroča pristojnim upravnim organom o izpustih radioaktivnih snovi v okolje.

Tekočinski izpusti

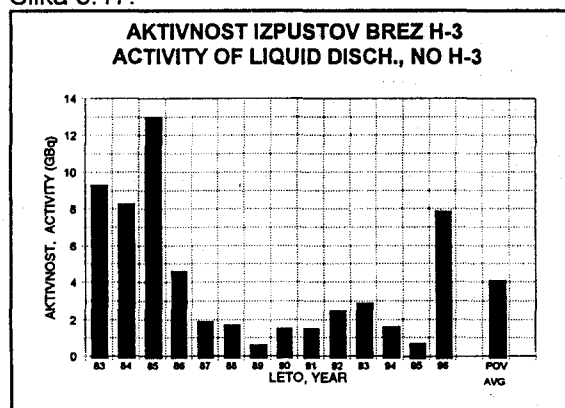
Tekoči radioaktivni izpusti se vodijo v povratno vejo bistvene oskrbne vode, ki se izliva v Savo pred jezom. Izotopska sestava

tekočinskih emisij kaže, da glede na aktivnost prevladujejo naslednji izotopi; Xe-133, Xe-135, Xe-131m, Xe-133m, Kr-85, Co-60, Fe-59. Za dva do tri velikostne razrede je nižja aktivnost Cs-134, Cs-137, Co-58, Sb-125. Največ prispevata k dozni obremenitvi oba radioaktivna izotopa cezija in kobalta. Koncentracije posameznih radioaktivnih elementov v izpustu merijo in nadzirajo merilniki radioaktivnosti. Ti avtomatsko zapro lokalne ventile, če je dosežena predpisana mejna koncentracija, in s tem preprečilo nadaljnje izlivanje tekočih izpustov v okolje. V tekočih izpustih pripada največji delež aktivnosti tritiju (H-3). V letu 1996 je bila celotna izpuščena aktivnost tritija 9.3 TBq, kar predstavlja 46.5% dopustne vrednosti 20TB1 v enem letu. Slika 3.16 prikazuje spreminjanje celotne aktivnosti tritija v izpustu po posameznih letih obratovanja. Aktivnost ostalih izotopov v tekočinskih izpustih je okoli tisočkrat manjša in je po letih prikazana na sliki 3.17.

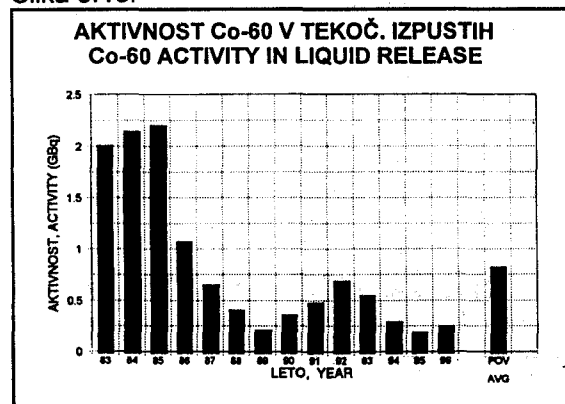
Slika 3.16:



Slika 3.17:



Slika 3.18:

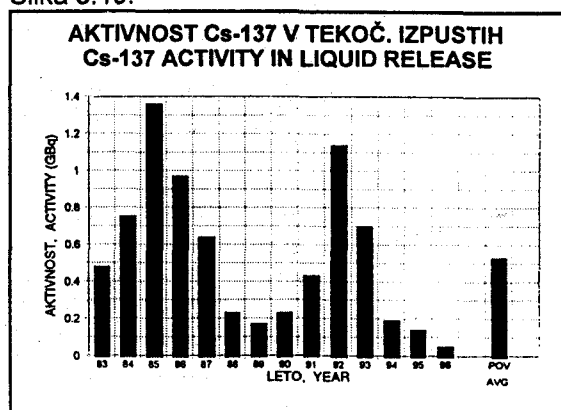


Plinasti izpusti

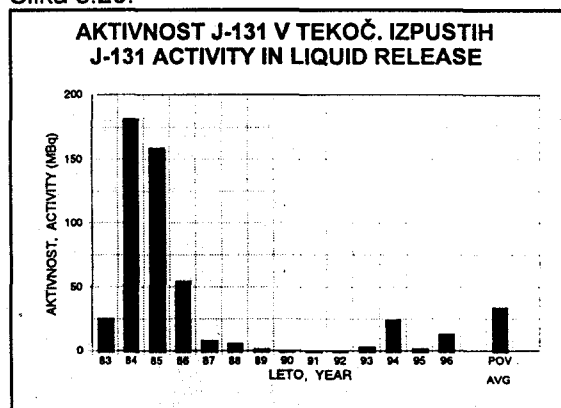
Plinasti izpusti se iz NEK odvajajo v okolje skozi ventilacijski dimnik in preko odzračevalnika kondenzatorja v sekundarnem krogu. V obeh izpustih radiološki monitorji neprekinjeno merijo in nadzirajo koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov.

V plinastih izpustih prevladujejo žlahtni plini. V letu 1996 je bila v zrak izpuščena aktivnost žlahtnih plinov 12.6 TBq, kar predstavlja 11.5 % dopustne vrednosti v enem letu. Izpust žlahtnih plinov v okolje je tudi v tem letu povečan zaradi puščanja gorivnih elementov. Slika 3.21 prikazuje spreminjanje celotne aktivnosti žlahtnih plinov v izpustu po posameznih letih. V mesecu maju

Slika 3.19:



Slika 3.20:



beležimo povečanje izotopov joda v plinastih izpustih, kar je posledica menjave goriva ne pa rezultat rednega obratovanja NEK (slika 3.26). V izpustih se je koncentracija joda povečala med odpiranjem primarnega sistema (reaktorska posoda, uparjalnik), kar je normalno in pričakovano. Pri odpiranju v letu 1996 je bila nekoliko neobičajna visoka aktivnost joda - 132 glede na ostala dva jodova izotopa. Njegova skupna mesečna aktivnost v maju je bila 2 GBq. Med normalnim obratovanjem NEK je v izpustih njegova koncentracija pod mejo detekcije. Jod 132 ima kratko razpolovno dobo (2.3 ure) in v reaktorju nastaja kot potomec fisijskega produkta telur - 132 (razpolovni čas 76.3 ure). V primarni sistem je prišel zaradi puščanja gorivnih elementov. Aktivnost ostalih dveh jodovih izotopov se je zaradi odpiranja primarnega

sistema v maju 1996 povišala za en velikostni red glede na normalno obratovanje: jod - 131 na 200 MBq in jod - 133 na 15 MBq. Na sliki 3.22 je razvidno povečanje izpusta ob remontu, ko se običajno izvede prezračevanje zadrževalnega hrama. Aktivnosti ostalih radioaktivnih elementov so v plinastih izpustih za stokrat manjše. Aktivnosti v letu 1996 in delež mejne vrednosti za ostale pomembne skupine elementov so podane v tabeli 3.16. Sliki 3.23 in 3.24 prikazujeta aktivnosti C-14 v plinskih emisijah, sliki 3.25 in 3.26 aktivnost tritija in slika 3.27 aktivnost izotopov joda.

Letne omejitve za izpuste po tehničnih specifikacijah NEK-a:

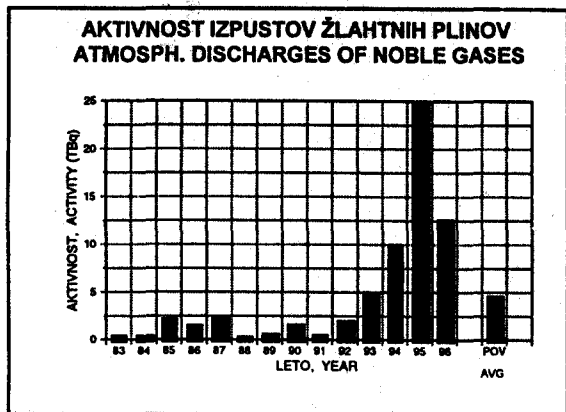
- Omejitev aktivnosti izpuščenih žlahtnih plinov znaša 110 TBq, ekvivalentno glede na Xe-133 na leto,
- Omejitev aktivnosti izotopov joda v plinastih izpustih je 18.5 GBq, ekvivalentno glede na J-131 na leto
- Omejitev za aerosole z razpolovnim časom daljšim od 8 dni v plinastih izpustih je 18.5 GBq na leto
- Za tritij in C-14 v plinastih izpustih ni posebej eksplicitno predpisanih omejitev

Aktivnosti izpustov so omejene tudi posredno preko mejnih vrednosti za dozo in koncentracije na ograji. V mesecu oktobru 1996 je bila izmerjena povečana aktivnost plinastega C-14, predvsem v obliki CO₂. Vzrok za povečanje je neznan.

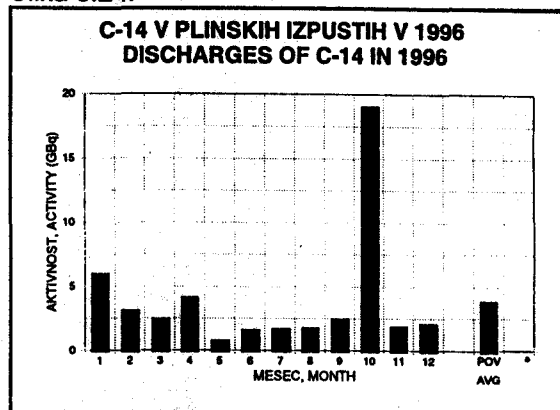
Tabela 3.16: Aktivnosti plinastih izpustov v letu 1996

Plinske emisije	Izpuščena aktivnost v 1996 (Bq)	Mejne vrednost izpusta (Bq/leto)	Delež od omejitve (%)
Žlahtni plini	12.58 E+12	110 E+12 (Xe - 133 ekv.)	12.6
Jodi	27.35 E+08	18,5 E+9 (J - 131 ekv.)	pod 3.3
Aerosoli	17.47 E+04	18,5 E+9	pod 0.1
Tritij	1.16 E+12	ni omejitve v TS	
C-14	4.75 E+10	ni omejitve v TS	

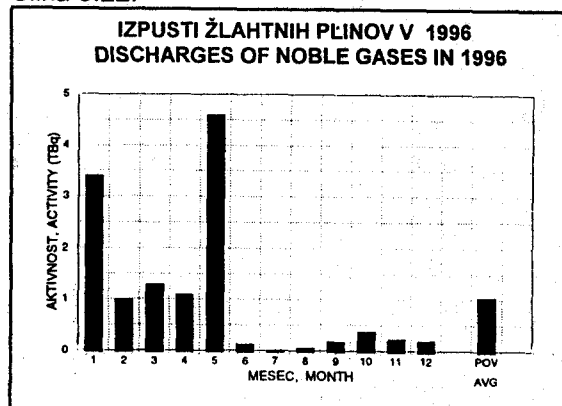
Slika 3.21: Aktivnost žlahtnih plinov v plinastih izpustih (letna omejitev vseh plinov, preračunana na element Xe-133 je 110 TBq)



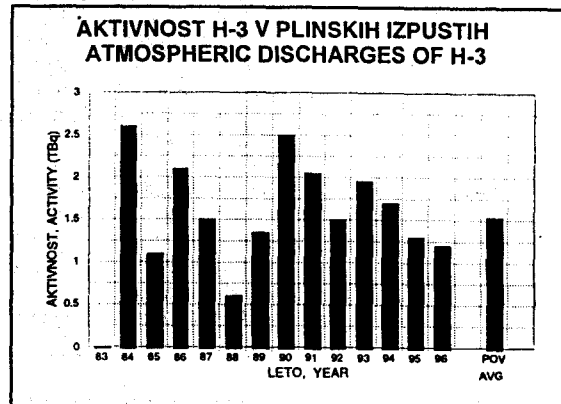
Slika 3.24:



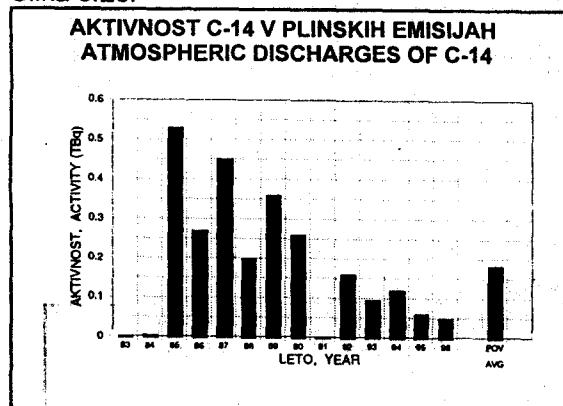
Slika 3.22:



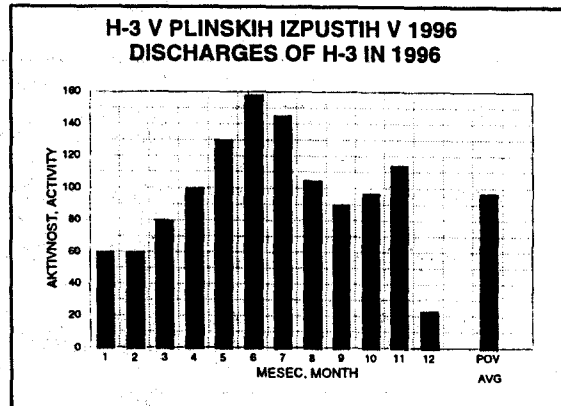
Slika 3.25:



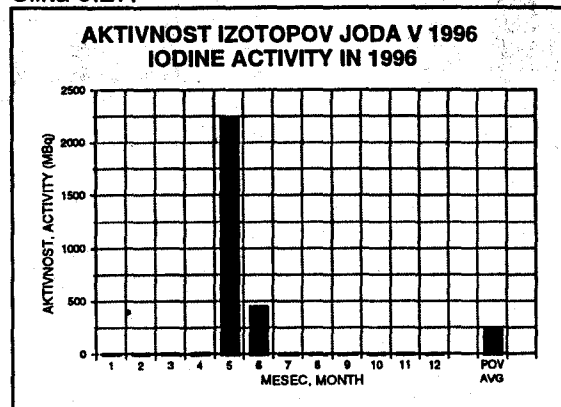
Slika 3.23:



Slika 3.26:



Slika 3.27:



3.1.10. Verjetnostne varnostne analize NE Krško

Na podlagi odločbe URSJV iz leta 1991 je NE Krško opravila varnostno analizo po metodologiji verjetnostnega pristopa (v nadaljevanju verjetnostna varnostna analiza ali PSA) nivoja 1 in 2. Metodologija temelji na metodah analize zanesljivosti sistemov in se je sistematično prvič uporabila v ZDA v znameniti študiji "Reactor Safety Study" ali WASH 1400, objavljeni 1975 leta. Polno vrednost in uporabnost te študije je strokovna javnost priznala še-le po nesreči na elektrarni Otok Treh Milj (ZDA) 1979 leta. Namreč, en od množice nezgodnih scenarijev, ki je identificiran in obravnavan v študiji WASH 1400 je ustrezal dejanskemu scenariju na elektrarni. V naslednjih letih je PSA doživela zelo velik napredek, zlasti v smislu programskih orodij ter metod. Prav tako so PSA analize vzpodbudile intenzivne raziskave na področju težkih nezgod. 1988 leta je US NRC zahtevala, da vse ameriške elektrarne opravijo tovrstne analize in jih predložijo upravnemu organu.

V Evropi je z manjšim časovnim zamikom potekal podoben trend. V zadnjih nekaj letih se največ pozornosti posveča uporabi PSA v iskanju optimalnih in učinkovitih mer za izboljševanje obratovalne varnosti jedrskih elektrarn.

Metodologija

Za razliko od nabora determinističnih varnostnih analiz, ki so v večini držav sicer osnova za obratovalna dovoljenja, z verjetnostnimi varnostnimi analizami poskušamo identificirati in ovrednotiti širok obseg možnih vplivov na jedrsko varnost. Verjetnostne varnostne analize so se pojavile kot dopolnilo determinističnim varnostnim analizam. V PSA analizah se poskušajo zajeti naslednje skupine vplivov: odpovedi komponent, ki lahko vplivajo na varnost in se ravna po zakonih slučajnih spremenljivk ter drugih zakonih, nerazpoložljivost komponent, človeške napake, negativne vplive okolja, požare in poplave, potres, itd. Zaradi raznolikosti možnih vplivov ter zaradi kompleksnosti jedrske elektrarne je metodologija izvedbe razdeljena na posamezne nivoje in segmente.

Poznamo tri nivoje PSA in vsaka se konča z za ta nivo značilnim glavnim rezultatom:

Nivo 1: Pričakovana pogostost poškodbe (oz. taljenje) sredice zaradi notranjih (in zunanjih dogodkov).

V prvi fazi se s pomočjo logičnih modelov modelirajo nezgodni scenariji ter posamezni sistemi elektrarne. Poiščejo se vse možne poti, ki lahko privedejo do poškodbe sredice reaktorja. Verjetnost za poškodbo ali taljenje sredice se tako izračuna kot vsota prispevkov vseh možnih neodvisnih načinov odpovedi, ki lahko

privedejo do takega stanja

Nivo 2: Pričakovana pogostost, količina, sestava lokacija, itd. radioaktivnih izpustov v okolje (t.i. izvorni člen) zaradi odpovedi pregrad in sistemov zadrževalnega hrama.

Druga faza se nanaša na analizo integritete zadrževalnega hrama v primeru poškodbe sredice in nam kot rezultat da količino radioaktivnih snovi, ki se ob eventuelni nezgodi utegne sprostiti.

Nivo 3: Pričakovana pogostost določenih posledic na prebivalstvo in okolje zaradi radioaktivnih izpustov definiranih v nivoju 2.

V tretji fazi se analizirajo posledice, to je širjenje radioaktivnega oblaka in vpliv sproščene radioaktivnosti na okolje in prebivalstvo.

V primeru NE Krško verjetnostna varnostna analiza nivoja 3 ni bila predmet analize.

Rezultati posameznega nivoja so tako koncipirani, da predstavljajo merilo tveganja, kar pomeni, da so izraženi v obliki verjetnosti ali pričakovane pogostosti določene posledice. Seveda tovrstni rezultati niso edini in še zdaleč ne najpomembnejši. Obstaja še množica drugih, ki so bolj naravnani na glavni cilj PSA študije: ugotavljanje ranljivosti (slabosti) NE Krško. To so na primer: najverjetnejši nezgodni scenariji in najkrajše poti odpovedi; komponente, odpovedi ali napake, ki največ prispevajo k tveganju, stanja ali nesreče v elektrarni, ki največ prispevajo k tveganju, itd. Če obstajajo ti t.i. pomembni dejavniki tveganja, potem je potrebno aktivnosti v zvezi z izboljševanjem varnosti usmeriti v njih in poskušati zmanjšati njihov prispevek ali vsaj preprečiti nadaljno degradacijo oz. jih imeti pod kontrolo (prev. vzdrževanje, opazovanje, preizkusi itd.).

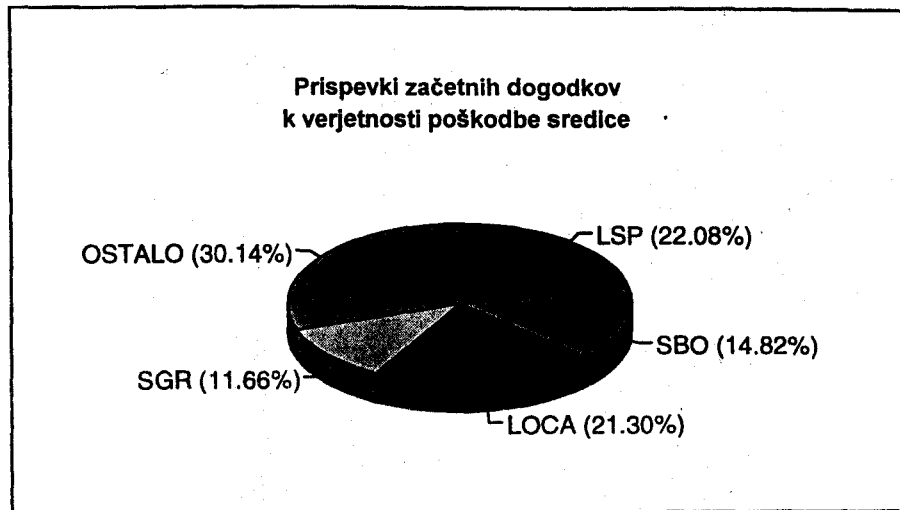
Rezultati verjetnostne varnostne analize za NE Krško

NE Krško je na osnovi odločbe URSJV v letu 1991 objavila mednarodni razpis in leta 1992 izbrala glavnega izvajalca študije, firmo Westinghouse. Študija nivoja 1 je bila predana URSJV leta..., študija nivoja 2 pa leta...

Rezultati PSA nivo 1

Tveganje zaradi **notranjih** dogodkov:

Ocenjena verjetnost poškodbe sredice zaradi notranjih dogodkov je $5.4 \cdot 10^{-5}$ na leto. Ta rezultat uvršča NE Krško v povprečje jedrskih elektrarn tega tipa (tlačnovodne elektrarne - PWR) in podobne starosti. Skupine scenarijev, ki so se začele z izgubo električnega napajanja oz. elektrarniškim mrkom predstavljajo približno 37 %. Od 16 začetnih dogodkov sta po prispevku pomembna še srednja izlivna nezgoda ter zlom cevi v uparjalniku.

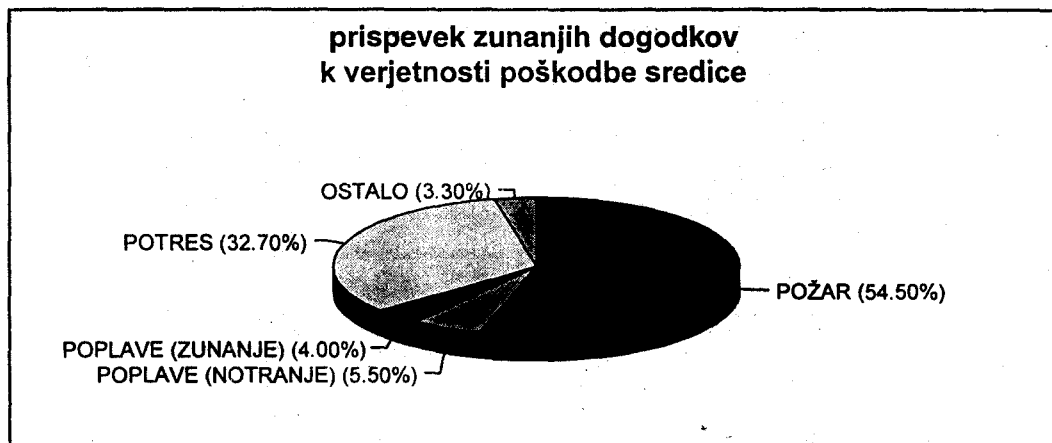


Slika 3.28: Prispevki najpomembnejših začetnih dogodkov k verjetnosti poškodbe sredice v NEK
LSP- izguba vsega zunanega izmeničnega napajanja, SBO - popolna izguba izmeničnega napajanja v elektrarni, SGR- zlom cevi v uparjalniku, LOCA- nezgode z izgubo hladila

Vpliv **zunanjih** dogodkov:

Verjetnostna varnostna analiza, ki upošteva zunanje dogodke obravnava dohodke, kot so požar, poplave, potresi, letalske

nesreče, ipd. Vpliv zunanjih dogodkov poveča verjetnost poškodbe sredice zaradi notranjih dogodkov za dobrih 4-krat, oz. z $5.4 \cdot 10^{-5}$ na leto na $2.37 \cdot 10^{-4}$ na leto. Največji prispevek od vseh zunanjih dogodkov je zaradi požara (54.5 %).



Slika 3.29: Prispevek zunanjih dogodkov k verjetnosti poškodbe sredice

Glavni dejavniki tveganja zaradi nevarnosti požara so:

- ni neodvisnega (ločenega) električnega napajanja evakuacijskih panelov glede na električno napajanje kontrolne sobe,
 - v prostoru pomožne zgradbe so kabli za električno napajanje pomembnih varnostnih preblizu in ni avtomatskega gašenja požara na njih,
 - v razdelilni sobi za električno napajanje A linij varnostnih sistemov so speljani tudi kabli za električno napajanje B linij varnostnih sistemov,
 - črpalki (B in C) bistvene oskrbne vode sta locirane v istem prostoru blizu ena drugi.
- Električno napajanje teh črpalk prav tako ni medsebojno zaščiteno v primeru požara na eni od linij el. napajanja ali na črpalki.

Obstajajo seveda še drugi dejavniki tveganja, kot je nezadostna zagotovitev protipožarne osamitve posameznih prostorov ter nezadostna protipožarna oprema za avtomatsko gašenje.

Vpliv potresa na povečanje verjetnosti poškodbe sredice je manj kot tretjina vseh zunanjih dogodkov in je v redu velikosti prispevka notranjih dogodkov. Največji prispevek potresa je zaradi povečanja verjetnosti nezgodnih scenarijev s popolno izgubo izmeničnega električnega napajanja elektrarne in odpovedjo diesel generatorjev.

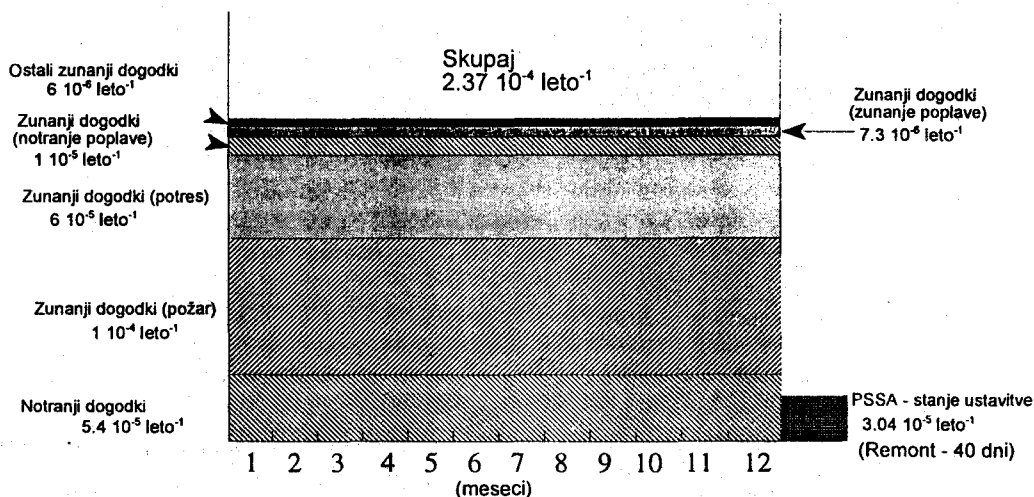
Poplave notranjega in zunanega izvora ne predstavljajo večjega vira tveganja.

Ostali analizirani zunanji dogodki so: padec letala, močni vetrovi, zunanji požari, sproščanje kemijskih elementov na lokaciji, transportne nezgode, itd. Noben od teh zunanjih vplivov ni kritičen.

Verjetnostna varnostna analiza za stanje ustavitve:

Rezultati verjetnostne varnostne analize, ki obravnava stanje ustavitve (letni remont) in delovanje elektrarne na nizki moči so

predvsem uporabni za načrtovanje rednega letnega remonta. Z analizo je ugotovljeno, da tveganje v času ustavitve ne predstavlja večjega prispevka k celotnem tveganju.



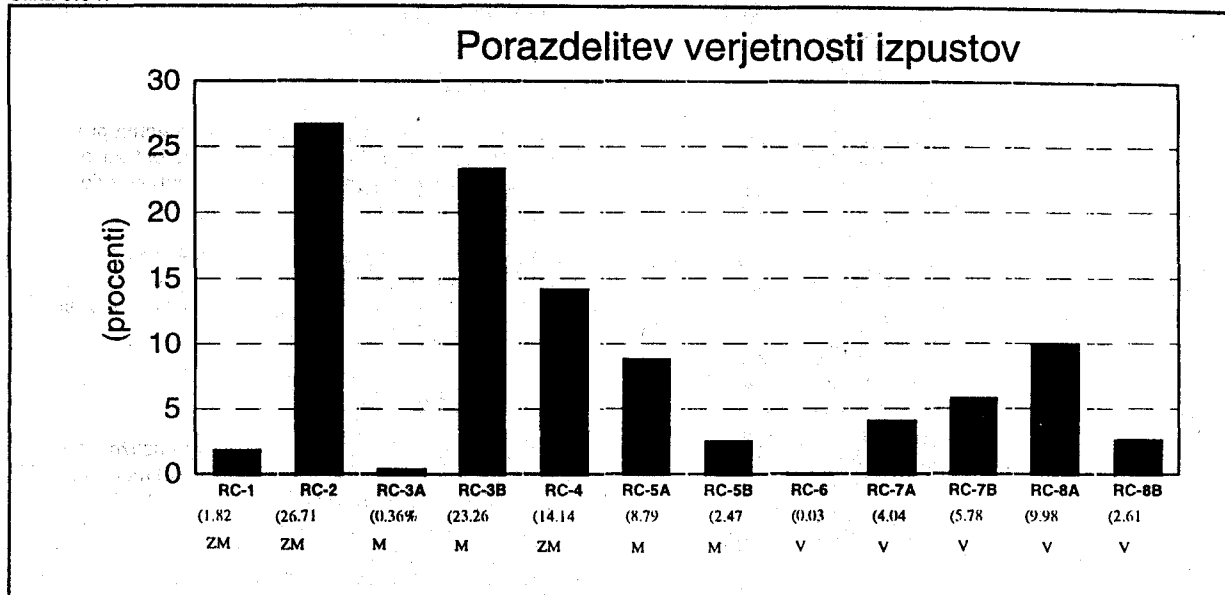
Slika 3.30: Prispevek posameznih dogodkov k verjetnosti, poškodbe sredice

Na sliki 3.30 je prikazan prispevek posameznih dogodkov (notranji, zunanji, stanje ustavitve) k verjetnosti poškodbe sredice. Izračunane verjetnosti predstavljajo letno povprečje. Dejanske verjetnosti so časovno spremenljive v odvisnosti od konfiguracije sistemov, nerazpoložljivosti komponent, časa, ki je pretekel od zadnjega preizkusa sistemov v pripravljenosti, itd. Prispevek zaradi ustavitve je prikazan ločeno in je preračunan na 40 dni, kolikor traja povprečen remont. Največji delež k poškodbi sredice predstavlja požar (42 %).

Rezultati PSA nivo 2

Glavni rezultat PSA nivoja 2 je opredeljen s skupinami izpustov radioaktivnih snovi (RC), v kateri so grupirani številni scenariji težkih nezgod, ki imajo podobno sestavo in čas izpusta. Prikaz verjetnosti posameznih skupin izpustov (RC, Radioactive Categories), potem ko enkrat pride do poškodbe sredice, so prikazane na sliki 3.31:

Slika 3.31:



skupine izpustov: ZM - zelo mali izpusti, M - mali izpusti, V - veliki izpusti

Če skupine izpustov grupiramo v tri večje kategorije: skupine izpustov z zelo majhnimi izpusti (RC-1, RC-2, RC-4), skupine izpustov z majhnimi izpusti (RC-3A, RC-3B, RC-5A, RC-5B) in skupine izpustov z velikimi izpusti (RC-6, RC-7A, RC-7B, RC-8A, RC-8B) vidimo, da je zastopanost po teh kategorijah enaka: 42.7 %, 34.9 % in 22.4 %. Skoraj 80 % vseh poškodb sredice torej vodi k radioaktivnim izpustom, ki so relativno majhni. Delež poškodb sredice, ki bi vodile k zgodnjim odpovedim zadrževalnega hrama (RC-6) je zelo malo (0.03 %), kar pomeni, da je zadrževalni hram NE Krško sposoben prenesti velike temperaturne in tlačne obremenitve v zgodnji fazi razvoja težkih nesreč. Delež poškodb sredice, ki vodijo k poznim odpovedim zadrževalnega hrama zaradi nadtlčnih obremenitev (RC-3 in RC-5) se povzpne na 35 %, vendar gre v tem primeru za majhne izpuste. Verjetnost odpovedi zadrževalnega hrama je enaka 9.8 % od vseh poškodb sredice in je manjša od verjetnosti (12.6 %), da radioaktivni izpusti obidejo ("bypass") zadrževalni hram skozi podporne sisteme. V obeh slednjih primerih dobimo velike radioaktivne izpuste v okolje. Sproščena aktivnost za posamezne kategorije izpustov v sami analizi ni izračunana oz. podana. Zunanji dogodki niso vključeni v prikazane rezultate.

Vpliv potresa na porazdelitev verjetnosti izpusta, ko je enkrat že prišlo do poškodbe sredice je največji pri kategoriji RC-3B tako, da omenjena kategorija izpusta predstavlja 65 % verjetnosti poškodbe sredice zaradi potresa.

Vpliv požara na izpuste radioaktivnih snovi še ni dokončan medtem, ko je vpliv ostalih zunanjih dogodkov minimalen oz. je izpod meje pomembnosti.

Zaključek

PSA je prinesla veliko spoznanj o varnosti NE Krško. Pokazalo se je, da NE Krško ne ogrožajo varnostni problemi, ki ne bi bili že znani v drugih zahodnih elektrarnah. Podobno kot v drugih elektrarnah so se identificirala razmerja dejavnikov tveganja oz. dejavniki jedrske varnosti, ki so rahlo različna od tistih v zgodnjih 70 letih. Namreč, tudi za NE Krško velja, da so poleg t.i. projektnih nezgod za jedrsko varnost zelo pomembni prehodni pojavi, ki niso na mejah varnega obratovanja. Ustrezen in zanesljiv odziv elektrarne je tudi v teh primerih zelo pomemben.

Sodeč po kvantitativnih rezultatih verjetnostne analize je tveganje zaradi obratovanja NE Krško znotraj meja tveganja podobnih jedrskih elektrarn iste generacije. Če psotavimo pod drobnogled profil tveganja, lahko identificiramo dominantne dejavnike tveganja, ki zaslužio posebno obravnavo s ciljem balansiranja (uravnavanja) prispevkov k tveganju. Glavne značilnosti profila povprečnega letnega tveganja zaradi obratovanja NE Krško so:

- visok prispevek požarne nevarnosti,
- izguba električnega napajanja ter zmožnosti odziva elektrarne na ta dogodek se pojavlja kot dominantni dejavnik tveganja,
- človeški faktor se pojavlja kot neizogiben dejavnik tveganja, ki lahko vpliva na degradacijo varnosti,

Med izvedbo analize so bile identificirane številne enostavne potencialne izboljšave, ki v celem prinesejo občutno izboljšanje jedrske varnosti. Del teh izboljšav je že implementiran med izvedbo študije. Večje izboljšave je potrebno opraviti na področju požarne varnosti, povečanja zanesljivosti električnega napajanja in sposobnosti elektrarne, da uspešno prestane električni mrk, avtomatizacije nekaterih posegov, ki jih opravlja človek, kot tudi izboljševanje zanesljivosti človeškega faktorja, izboljšanje nekaterih značilnosti zadrževalnega hrama, itd.

Verjetnostno varnostno analizo NEK nivoja 1 (notranji in zunanji dogodki razen vpliva požara) so že pregledali strokovnjaki MAAE. V letu 1997 bodo strokovnjaki MAAE pregledali še nivo 2. Eksperti

MAAE niso ugotovili take pomanjkljivosti, ki bi bistveno vplivala na rezultate. Ne glede na to je NEK komentarje MAAE upoštevala v novi reviziji študije.

Verjetnostna varnostna analiza študijo za stranje ustavitve je pregledalo podjetje ENCONET z Dunaja. Tudi v tem primeru niso bile ugotovljene take pomanjkljivosti, ki bi bistveno vplivale na rezultate študije.

Na osnovi izvedenih študij je NE Krško na zahtevo URSJV pripravila plan posegov, ki je v obravnavi na URSJV.

V prihodnje URSJV pričakuje, da bo NE Krško izpolnila še preostale zahteve iz odločbe, s katero je NE Krško naložila izvedbo verjetnostnih varnostnih analiz, in sicer:

- dokončanje analiz (vključitev vpliva požara v nivo 2 VVA)
- vzpostavitev t.i. "Living PSA v NEK in na URSJV
- sprememba Končnega varnostnega poročila NE Krško tako, da se rezultati VVA študije opišejo v poglavju 15.

Po izpolnitvi zahtev iz odločbe bo URSJV odobrila verjetnostne varnostne analize NE Krško.

3.1.11. Strokovno usposabljanje delavcev NEK

Usposabljanje operaterjev in osebja, katerega delo je povezano z jedrsko varnostjo in osebja, ki mora obnavljati znanje v skladu z domačo regulativo, je potekalo normalno in je bilo v celoti izvedeno.

Dopolnilno usposabljanje

Dopolnilno usposabljanje obratovalnega osebja zajema segmente usposabljanja, ki se izvajajo za kandidate za pridobivanje dovoljenj 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 1996 je ena skupina (7 delavcev NEK z dovoljenjem za operaterja reaktorja - RO) uspešno opravila priprave za pridobitev dovoljenja za glavnega operaterja (SRO) in v aprilu uspešno opravila preizkus znanja za pridobitev dovoljenja za glavnega operaterja pred Strokovno komisijo za preizkus usposobljenosti operaterjev pri URSJV.

Stalno usposabljanje

Stalno usposabljanje obratovalnega osebja zajema programe, ki tečejo ciklično glede na predpisano pogostost za ohranjanje dovoljenj za operaterje in inženirje v izmeri, obnavljanje ustreznih dovoljenj za delavce na lokalnih delovnih mestih.

V letu 1996 je preizkus znanja za obnovitev RO ali SRO dovoljenj opravil 1 oz. 4 kandidati. Tečaja obnovitve znanja (Obnova TJE) so se udeležili vsi kandidati za obnovitev dovoljenj pred preizkusom znanja.

3.1.12. Zaključek

V letu 1996 je bilo v Sloveniji proizvedeno za približno 2.5 % manj električne energije kot leto poprej, delež električne energije iz jedrske elektrarne pa je bil manjši za približno 1.6 %.

Izkoriščenost in razpoložljivost NEK sta bili na visoki ravni in sicer približno 81 % oz. 80 %. Število prisilnih ustavitve, ter število izrednih dogodkov v letu 1996 je bilo nekoliko pod povprečjem elektrarne. Če pogledamo vzroke ustavitve, zmanjšanja moči oz. izrednih dogodkov lahko zasledimo tudi dogodke, ki niso

povzročeni z odpovedjo ali okvaro opreme elektrarne, ampak s človeškim faktorjem, kot so vzdrževalna dela.

Zanesljivost goriva v NEK po zadnjih nekaj letih padanja se je močno izboljšala. Indikatorji poškodbe goriva kažejo na to, da se med remontom v letu 1996 po 12 gorivnem ciklu niso izločili vsi gorivni elementi s poškodbami. Obseg poškodb goriva se je povečal glede na prvo polovico tudi ob koncu 13 cikla, kar je povzročilo povečanje kontaminacije primarnega hladila z uranom. Bazen izrabljenega goriva se polni manj intenzivno kot je v projektni fazi predvideno zaradi daljših gorivnih ciklov. Napovedi so ugodne in kažejo, da bo obstoječa zmogljivost zadostovala do 2004 leta. Prirastek v letu 1996 je znašal 28 gorivnih elementov. Skupno število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo NEK je na koncu leta znašalo 470.

V letu 1996 so vskladiščili 476 sodov z nizko- in srednjeradioaktivnimi odpadki (NSRAO). Skupaj jih je v dosedanjem obratovanju elektrarne nastalo 12324 sodov ali 2588 m³.

Degradacija uparjalnikovih cevi se približuje meji začepljenosti 18 %, ki obremenjuje, glede na varnostne analize predstavlja mejo pod katero še ni potrebno zmanjševati moč. Z uporabo tehnike vstavljanja tulcev se delež začepljenih cevi vzdržuje pod to mejo oz. se je v letu 1996 celo zmanjšal tako, da je povprečna začepljenost po remontu 96 13.15 %. Pojav degradacije cevi je skupen za vse tovrstne elektrarne. Vstavljanje tulcev kot oblika revitalizacije nekaterih prekomerno obrabljenih cevi predstavlja ustaljen tehnološki poseg. NEK je zaradi stanja uparjalnikov objavila razpis dejavnosti za njihovo zamenjavo ter izbrala dobavitelja, Konzorcij Siemens - Framatone kot dobavitelja nove opreme.

V cilju izboljšanja varnosti elektrarne je NEK izvedla okoli 30 modifikacij na opremi in sistemih elektrarne.

Povprečna efektivna doza radiološko nadzorovanega dela delavcev v NEK in podizvajalcev v letu 1996 je znašala 2.26 mSv, kar je približno 4.5 % predpisane mejne vrednosti za delavce, ki delajo v področju ionizirajočih sevanj, oz. 11.3 % po novejših priporočil ICRP. Največjo efektivno dozo je prejel en delavec ob času remonta, in sicer 14.67 mSv. Glede na področje dejavnosti, so bili najbolj izpostavljeni delavci vzdrževanja (90 % celotne doze). Izračunana kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene neto električne energije je 4.00 človekSv/GWleto, kar je največ v zadnjih treh letih (leta 1993 3.89 človekSv/GWleto, leta 1994 1.6 človekSv/GWleto in leta 1995 2.69 človekSv/GWleto). Če to vrednost primerjamo s povprečno vrednostjo 4.3 človekSv/GWleto za tlačnovodne reaktorje v svetu vidimo, da je obsevanost delavcev manjša od svetovnega povprečja (UNSCEAR 1993). Prav tako je kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene električne energije v NEK manjša, kot je povprečje za Združene države Amerike (6.02 človekSv/GWleto).

NEK nadzorovano izpušča v okolico tekoče in plinaste radioaktivne snovi. V letu 1996 so tekočinski izpusti predstavljali nekaj čez 46 odstotkov letne mejne količine in so bili nižji od povprečne vrednosti za preteklo obratovalno obdobje. V plinastih izpustih so prevladovali radioaktivni žlahtni plini. V letu 1996 je bilo v zrak izpuščeno 11.5 % mejne količine žlahtnih plinov. Glavni vzrok so že omenjene poškodbe srajčk gorivnih palic v reaktorju v drugi polovici 12 cikla. Ugotovitve radiološkega nadzora v okolici NEK kažejo, da so bile ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij pod mejnimi vrednostmi. Letna doza, ki jo je prejel človek, ki živi v okolici NEK je bila nižja od 0.5 % letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov.

NEK je tudi v tem letu izvajala strokovno usposabljanje obratovalnega in drugega osebja v skladu s končnim varnostnim poročilom in internimi postopki.

Verjetnostna varnostna analiza je prinesla veliko spoznanj NE Krško. Pokazala je, da NE Krško ne ogrožajo varnostni problemi, ki ne bi bili že znani v drugih zahodnih elektrarnah. Podobno kot v drugih elektrarnah so se identificirala razmerja dejavnikov tveganja oz. dejavniki jedrske varnosti, ki so rahlo različna od tistih v zgodnjih 70 letih. Namreč, tudi za NE Krško velja, da so poleg t.i. projektnih nezgod za jedrsko varnost zelo pomembni prehodni pojavi, ki niso na mejah varnega obratovanja. Ustezen in zanesljiv odziv elektrarne je tudi v teh primerih zelo pomemben.

3.2. REAKTORSKI CENTER BRINJE

3.2.1. Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA

Na območju Reaktorskega centra na Brinju pri Ljubljani sta locirana raziskovalni reaktor TRIGA Mark II in prehodno skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov.

Raziskovalni reaktor ima moč 250 kW in deluje že tri desetletja. Reaktor uporabljajo na Inštitutu Jožef Stefan, kjer opravljajo znanstveno in raziskovalno delo, ki vključuje tudi nevtronska in gama sevanja. Raziskave potekajo pretežno na področju reaktorske fizike in nevtronske aktivacijske analitike. Reaktor se uporablja tudi za usposabljanje delavcev NE Krško in pri pripravi radioaktivnih izotopov za medicino, industrijo in jedrsko kemijo. V letu 1996 je bilo v reaktorju obsevanih 1394 vzorcev, od tega 954 vzorcev v kanalu pnevmatske pošte. V letu 1996 je reaktor obratoval pulzno v času od 3.4.1996 do 5.4.1996. V tem času je bilo izvedenih 16 pulzov. V letu 1996 so bile za potrebe eksperimentov opravljene tri menjave goriva oz. premeščanje goriva v sredici reaktorja. Opravljena je bila postavitev eksperimentalne naprave v suhi celici za obsevanje pozicijsko občutljivih detektorjev sledi ter dve dolgotrajni obsevanji detektorjev sledi, skupaj 300 ur obsevanja z minimalnimi vmesnimi prekinitevami.

Prehodno skladišče nizkih in srednjeaktivnih trdnih radioaktivnih odpadkov je bilo zgrajeno za namen začasnega shranjevanja zaprtih in odprtih radioaktivnih virov za vse uporabnike iz Slovenije (razen NE Krško in rudnik urana Žirovski Vrh) in obratuje od leta 1987 dalje.

3.2.2. Modifikacije

V letu 1996 ni bilo posebnih modifikacij na raziskovalnem reaktorju. Zaradi prevelike zračnosti ležajev je bila zamenjana črpalka primarnega kroga in izdelana nova povezava prve in druge črpalke primarnega kroga iz nerjavnega jekla.

Med obsežnejša dela še vedno sodi dekontaminacija in rekonstrukcija vroče celice, ki je bila kontaminirana z radioaktivnim izotopom kobalta ⁶⁰Co. Velike težave je v začetku leta povzročala zastarela in neustrezna dekontaminacijska oprema.

3.2.3. Vračanje jedrskega goriva iz raziskovalnega reaktorja TRIGA v ZDA

Slovenski raziskovalni reaktor TRIGA pri Inštitutu Jozef Stefan na Brinju je zgrajen na osnovi tripartitne pogodbe med Mednarodno agencijo za atomsko energijo (MAAE), vlado ZDA in nekdanjo Jugoslavijo. Pogodba (INFCIRC/32, "Project Agreement") je bila podpisana 4.10.1961. Hkrati je bila podpisana tudi pogodba o dobavi goriva (INFCIRC/32, "Supply Agreement").

Ministrstvo za Energijo ZDA (US Department of Energy - US DOE) je bilo pooblaščen do leta 1988 s strani vlade ZDA za sprejem izrabljenega goriva iz raziskovalnih reaktorjev, ki so

uporabljali v ZDA izdelano gorivo. Od takrat dalje pa goriva v tujine niso več sprejemali. Zaradi politike neširjenja jedrskega orožja (non-proliferation) ter na pobudo MAAE in nekaterih držav je bila začeta akcija za ponovno pridobitev pooblastila za vračanje goriva v ZDA. V februarju 1996 je bilo glede vračanja goriva iz raziskovalnih reaktorjev, v ZDA izdelano Okoljsko poročilo (Environmental Impact Statement - EIS).

Na osnovi EIS je 13.5.1996 US DOE sprejela sklep, s katerim se je obvezala, da bo v imenu ZDA sprejemala izrabljeno gorivo iz raziskovalnih reaktorjev pod pogojem, da je bilo to izdelano iz v ZDA obogačenega urana. Gorivo, ki bo vrnjeno v ZDA, je lahko v uporabi do 13. maja 2006. Skrajni rok za vračanje goriva pa je zaradi hlajenja goriva in organizacije transporta 13. maj 2009. Po tem roku ZDA goriva iz raziskovalnih reaktorjev ne bodo več sprejemale.

Trajno vračanje gorivnih elementov je za Slovenijo pomembno zaradi problemov, ki bi lahko nastali zaradi korozije srajč najstarejših gorivnih elementov. S samim vračanjem goriva pa je tudi dokončno rešen problem shranjevanja teh visoko aktivnih radioaktivnih odpadkov. V raziskovalnem reaktorju TRIGA v Podgorici se trenutno nahaja 313 gorivnih elementov. Od tega naj bi se 218 izrabljenih gorivnih elementov trajno vrnilo v ZDA že v letu 1998. Preostalih 95 gorivnih elementov pa bo pri sedanjí stopnji uporabe reaktorja omogočalo normalno obratovanje TRIGE v nadaljnjih desetih letih. Takrat bo verjetno potrebno nabaviti sveže gorivo, 95 izrabljenih gorivnih elementov pa vrniti v predvidenem roku v ZDA.

Stroške prevoza v ZDA in trajnega odlaganja gorivnih elementov bo za dežele z nizkim dohodkom, kamor so za zdaj uvrstili tudi Slovenijo, pokrila vlada ZDA. Sem spadajo tudi stroški transporta po železnici ali s kamionom od reaktorja do pristanišča Koper in najem transportnih kontejnerjev.

URSJV je organizirala v zvezi z vračanjem goriva stike z DOE in potem, ko je bila odločitev za vračanje goriva v ZDA sprejeta, organizirala sestanek z MZT, MZZ, IJS in ARAO. Na sestanku je bilo pripravljeno gradivo za sejo Vlade R Slovenije, ki je sprejela naslednje sklepe:

1. Uprava RS za jedrsko varnost naslovi preko Ministrstva za zunanje zadeve na US Department of Energy vlogo, s katero formalno zaprosi za vračanje 218 izrabljenih gorivnih elementov iz raziskovalnega reaktorja TRIGA, Instituta Jožef Stefan, v ZDA in komunicira z US Nuclear Regulatory Commission in MAAE, kot bo potrebno za izvedbo projekta.

2. Finančna sredstva za kritje v Sloveniji nastalih stroškov izvoza zagotovi Ministrstvo za znanost in tehnologijo iz proračuna za leto 1997.

3. Inštitut Jožef Stefan, kot operator raziskovalnega reaktorja

TRIGA sklene z US Department of Energy pogodbo o rokih in pogojih za sprejem izrabljenega goriva iz raziskovalnega reaktorja TRIGA.

4. Agencija za radioaktivne odpadke sodeluje z Inštitutom Jožef Stefan pri pripravi tehnične dokumentacije in pridobitvi potrebnih dovoljenj za izvoz.

V skladu s sklepi vlade je bila naslovljena na DOE formalna prošnja za vračanje goriva. Dogovori in priprave za izvoz goriva sedaj intenzivno potekajo. Po zadnjih informacijah bo mogoče zaradi logističnih težav v ZDA gorivo izvoziti šele v jeseni 1998.

3.2.4. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov

V zadnjih letih se je precej povečalo število zaprtih virov sevanja, ki so spravljani v posebnih kontejnerjih (vsak vir posebej). Kontejnerji so zloženi po tleh skladišča zato kljub temu, da je volumsko gledano skladišče napolnjeno le okoli 5 %, zasedajo precejšen del površine tal. Smiselno bi jih bilo zlagati na drugačen način in nedvomno je nujno potrebna posodobitev skladišča. Trenutno stanje skladišča tudi ni primerno za sprejem takšne količine sodov, kot se jih npr. nahaja v Zavratcu. Nujen pa bi bil v skladišču tudi poseben prazen prostor na razpolago za primer nezgode z radioaktivnimi snovmi na področju Slovenije. Pri preureditvi skladišča bo potrebno uvesti za vse odpadke točno evidenco lokacije v skladišču. V okviru projekta posodobitve bi bilo potrebno predvideti tudi delno prepakiranje iz majhnih kontejnerjev v večje.

V skladišču se nahaja tri vrste radioaktivnih odpadkov:

- sodi s kontaminiranimi predmeti (papir, plastika, steklovina, itd.) in aktivirani materiali zaradi obsevanja v reaktorju TRIGA.
- posebni odpadki - večji kontaminirani ali aktivirani predmeti, ki jih zaradi velikosti ni mogoče hraniti v sodih in so zato shranjeni posebej.
- zaprti izvori - neuporabni zaprti (hermetizirani) viri sevanja, ki so praviloma shranjeni v originalnih zaščitnih kontejnerjih.

V tabeli 3.17 navajamo pregled vskladiščenih radioaktivnih odpadnih snovi (stanje ob koncu leta 1996) in število v zadnjem letu prejetih odpadkov.

V letu 1996 je glavnino sprejetih zaprtih virov predstavljal ^{60}Co (54 kosov s skupno aktivnostjo 23 GBq); preostali izotopi so bili ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{85}Kr , ^{106}Ru , ^{137}Cs , ^{152}Eu , ^{226}Ra .

Skupni volumen odpadkov v sodih znaša približno 30 m³ (volumen sodov), volumen posebnih odpadkov pa ocenjujemo na nekaj m³. Volumen aktivnih delov zaprtih virov je nepomemben, vendar sedaj zavzemajo bistveno več prostora, ker jih hranijo v zaščitnih kontejnerjih.

Tabela 3.17: Uskladiščeni radioaktivnih odpadki v predhodnem skladišču na lokaciji Reaktorskega centra v Podgorici ob koncu leta 1996

Vrsta odpadka	Skupaj (1996)	Izotopi	Aktivnosti (GBq)
Sodi	150 (5)	Co-60, Cs-137, Eu-152, Ra-226	3-20
Posebni odpad.	109 (12)	Co-60, Ra-226, Am-241	4600 (l. 95: 5400*)
Zaprti viri	328 (94)	Co-60, Cs-137	1000

* -zaradi razpada ^{60}Co , ki predstavlja glavno aktivnost med posebnimi odpadki se je kljub novim količinam odpadkov celotna aktivnost v skladišču zmanjšala.

Nadzor skladišča

Služba IJS za varstvo pred ionizirajočimi sevanji (SVPIS) skladišče redno nadzira enkrat tedensko. Nadzor obsega vizuelni ogled skladišča, merjenje hitrosti doze zunanjega sevanja na sedmih mestih v skladišču in treh zunaj njega ter merjenje odstranljive površinske kontaminacije na sedmih mestih v skladišču. Dodatno s tremi termoluminiscentnimi dozimetri mesečno merijo doze na zunanji strani vstopnih vrat in na obeh izpuhkih ventilacijskega sistema. Zaradi povišanih vsebnosti radona ^{222}Rn s potomci v zraku praviloma enkrat tedensko opravljajo tudi ustrezne meritve.

- **Hitrost doze zunanjega sevanja** znotraj skladišča zaradi specifične razporeditve radioaktivnih odpadkov narašča od vhoda proti severni strani skladišča. Tako je pri vhodnem delu merljivo nekajkratno naravno ozadje, v zadnjem delu pa vrednosti narastejo do približno 200 mikroGy/h. Vrednosti so odvisne od trenutne dejavnosti in razporeditve odpadkov v skladišču.

- **Odstranljiva površinska kontaminacija**, merjena z aktivnostjo odvzetih brisov, je bila zelo nizka: $(13 \pm 9) \text{ Bq/m}^3$ z razponom od 0 do 90 Bq/m^2 , kar je zanemarljivo v primerjavi z mejnimi površinskimi kontaminacijami v kontroliranih območjih (40 kBq/m^2 za sevalce

α in 400 kBq/m^2 za sevalce β/γ).

- Vsebnost **radona s potomci** v zraku je bila v času zadrževanja v skladišču podobna kot v preteklosti, in sicer je koncentracija znašala $(0,13 \pm 0,06) \text{ WL}$ z razponom od 0,02 do 0,33 WL, to je od 70 do 1200 Bq/m^3 ravnovesno ekvivalentnega radona.

Da ne bi po nepotrebnem obremenjevali okolja, smo skladišče prezračevali samo pred deli v skladišču ali ob ogledih skladišča. Skupni čas prezračevanja v letu 1996 je znašal 62 ur, oziroma 0,7 %.

3.2.5. Prejete doze delavcev v reaktorskem centru

Osebe, ki upravlja in uporablja reaktor oziroma prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov, je mogoče deliti na tri kategorije: na operaterje, na sodelavce službe za varstvo pred sevanji in raziskovalce pri reaktorju. V tabeli 3.18 so navedene njihove prejete doze zunanjega sevanja (brez nevtronov) v letu 1996 in kolektivna doza posamezne skupine. Vrednost ozadja ($0,70 - 0,80 \text{ mSv/leto}$) pri navedenih vrednostih prejetih doz zunanjega sevanja niso odštete.

Tabela 3. 18: Kolektivna in povprečna letna efektivna doza za operaterje reaktorja, osebe varstvene službe in raziskovalce v letu 1996

	Kolektivna efektivna doza (človek.Sv)	Število delavcev	Povprečna doza (mSv/leto)
Reaktor	0.005	5	1.0
Služba VS (laboratoriji, skladišče)	0.005	4	1.2
Raziskovalci IJS (R-1)	0.007	7	1.0
Skupaj RC IJS	0.017	16	1.0

3.2.6. Zaključna ocena

V zadnjem letu je v reaktorskem centru Podgorica prišlo do nekaterih pozitivnih premikov. Redno se zbirajo podatki iz ene on-line sonde za meritev hitrosti doze zunanjega sevanja, ki se skupaj z meritvami vseh drugih sond iz Slovenije prikazuje na INTERNET in so tako vsem dostopne. Zahteve o reviziji vseh postopkov, ki se uporabljajo za nadzor radioaktivnosti in uvedbo avtomatskega merjenja meteoroloških in radioloških podatkov pa so v teku.

Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov upravlja služba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji IJS, ki pa za potrebno posodobitev skladišča nima finančnih sredstev. Verjetno bo zato v bližnji prihodnosti prenešana pristojnost upravljanja na Agencijo RAO (pogodba o prenosu lastništva med IJS in ARAO). Vlada R Slovenije bo s tem v zvezi morala urediti vse formalnosti o ureditvi javne službe in izdati tudi odlok o tarifiranju prevzema in skladiščenja RAO.

3.3. RUDNIK ŽIROVSKI VRH

3.3.1. Izvajanja aktivnosti trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude

Sredstva, ki jih je republiški proračun namenil financiranju izvajanja prenehanja izkoriščanja uranove rude v RUŽV po trditvah vodstva RŽV, niso omogočila izvedbe večjega dela aktivnosti iz programa za leto 1996. V letu 1996 so se zato opravljala le nujna dela. Razpoložljiva sredstva niso omogočila nikakršnih podzemnih aktivnosti prenehanja izkoriščanja. Iz spodnje tabele je razvidno, da se je poslovanje RŽV v letu 1996 financiralo s sredstvi proračuna in s sredstvi lastne realizacije (prodaja opreme in materiala,časne prezaposlitvečasno presežnih delavcev v druga podjetja). (vir:poročilo o izvajanju programa v letu 1996).

leto	prihodki iz proračuna (v tisoč tolarjih)	sredstva iz prodaje opreme RŽV (v tisoč tolarjih)	število zaposlenih
1995	364.163	55.890	116
1996	399.269	110.192	114

Na področju izvajanja trajnega prenehanja pridobivanja uranove rude se je izvedla končna ureditev dela podkopa P - 10. Ureditev se je izvedla sočasno s izvajanjem urejanja podkopa za izvajanje programov nadomestnih dejavnosti. V jamskih prostorih se aktivnosti niso opravljale, prostori so bili zaprti. V sklopu projekta izvedbe trajnega prenehanja obratovanja jalovišč je bila v celoti opravljena prva faza vrtnja drenažnih vodnjakov pri sanaciji plazišča na jalovišču hidrometalurške jalovine Boršt. Obseg izvrtanih drenažnih vodnjakov je bil manjši od planiranega, zaradi potrebe po daljšem opazovanju rezultatov dreniranja, od katerih bo odvisna potreba po nadaljnjem vrtnju vodnjakov oziroma potrebna trajnost in končna podgradnja drenažnega rova. Projekt nadzora nad vplivom rudnika na okolje je bil realiziran v celotnem načrtovanem obsegu.

V tem letu sta se tudi pričela dva mednarodna projekta:

- Projekt MAE "Advice on the Remediation of Žirovski vrh Uranium Mine and Milling Site - Svetovanje pri remediaciji Rudnika Žirovski Vrh" z oznako SLO/3/002 - 01, je svetovanje rudniku pri pridobivanju dovoljenj za trajno prenehanje izkoriščanja uranove rude, dobava opreme za merjenje radioaktivnosti, usposabljanje in znanstveni obiski rudnikov, ki se zapirajo v Evropi.

- Phare - Multi country je predviden za daljše časovno obdobje. V okviru tega projekta so bile dve delavnice, kjer se je pripravila inventarizacija rudnikov sodelujočih držav (članic je 9 in sicer iz Centralne in Vzhodne Evrope).

3.3.2. Varstvo pred ionizirajočimi sevanji

Služba za varstvo pred sevanji (SVS) Rudnika Žirovski vrh je redno nadzorovala delovišča v nekdanjem obratu za pridobivanje uranove rude, v obratu za proizvodnjo uranovega koncentrata, poleg tega pa je merila kontaminiranost odpadnih predmetov in površin objektov

a) Delovišča v jamskem obratu RŽV

Pri sanaciji podkopa P-10 je bilo na delovnih mestih stalno zagotovljeno pretočno prezračevanje s svežim zrakom. Dnevno so merili koncentracije radonovih kratkoživih potomcev v zraku: srednja vrednost 0.4 mikroJ/m³ oz. 0.02 WL, kar je bistveno manj od z internimi navodili predpisane mejne vrednosti za normalno delo (0.13 WL oz. 2,7 mikroJ/m³, oziroma 480 Bq/m³ ravnovesno ekvivalentnega radona, to je 1/3 interno predpisane mejne vrednosti v času redne proizvodnje).

V drenažnem tunelu pod jaloviščem Boršt je bilo pri občasnih dejavnostih zagotovljeno prezračevanje oziroma osebna zaščitna oprema (RACAL čelade) pri zadrževanju v neprezračenem delu prečnega rova (koncentracije Rn-potomcev so 3.7 WL oz. 78 mikroJ/m³, v povprečju 2.25 WL).

Na jalovišču Jazbec so redno merili koncentracije radona in kratkoživih potomcev. Spremljali so tudi temperature zunanjega zraka na jalovišču Jazbec in zraka iz drenažnega propusta pod

jaloviščem z namenom; od razlike temperatur je odvisna smer gibanja zraka in s tem tudi stopnja kontaminacije zraka. Vstop v drenažni kanal jalovišča je bil dovoljen le pri pogojih vzgonskega prezračevanja.

b) Delovišča v obratu za proizvodnjo uranskega koncentrata Vse leto so potekale dejavnosti čiščenja in dekontaminacije z mokrim postopkom, s čemer so zagotovili manjši raznos radioaktivnosti v okolje po zračni poti in s tem tudi manjšo izpostavljenost zaposlenih, ki so delali v tem okolju. Uporaba usmerjenega vodnega curka pod visokim pritiskom omogoča zelo učinkovito odstranjevanje nevezane površinske kontaminacije predvsem na gladkih površinah ob sorazmerno majhni porabi vode. Koncentracija radona in njegovih kratkoživih potomcev v zraku v zaprtih objektih so bile na nivoju vrednosti zunaj objektov (okrog 50 Bq/m³).

c) Služba varstva pri delu je opravljala občasne meritve površinske alfa in beta kontaminiranosti delovnih oblek, prav tako pa tudi meritve kontaminiranosti in zunanjega sevanja gama odpadnih predmetov, materialov v skladiščih, delovnih površin in delovnih prostorov ter objektov, ki jih RŽV ne potrebuje več in so bili zato očiščeni in dekontaminirani. Služba je izdala v letu 1996 okrog 130 potrdil o nekontaminiranosti odpadnih in tudi še neuporabljenih predmetov. Na osnovi tako izdanih potrdil je odgovorni tehnični vodja posameznega obrata izdal dovoljenje za odkup in iznos iz RŽV ter uporabo brez omejitev. Za odvoz odpadnega železa neposredno v železarno (omejena uporaba) so izdali 6 potrdil, za odvoz komunalnih odpadkov na komunalno odlagališče pa 32 potrdil. Za vse ostale odpadne predmete (npr. cevi), pri katerih z meritvami kontaminiranost ni bila ugotovljena, pa bi lahko stopnja kontaminiranosti presegala mejne vrednosti, tovrstnih potrdil niso izdajali.

3.3.3. Doze delavcev

Izpostavljenost delavcev ionizirajočim sevanjem je SVS ocenila na osnovi podatkov merjenja koncentracij radonovih potomcev in doze gama sevanja (TLD), pri čemer je upoštevala čas izpostavljenosti posameznih delavcev na posameznih delovnih mestih. Izračun letne efektivne ekvivalentne doze, ki so jo delavci RŽV prejeli pri podzemnem delu, je narejen v skladu s splošno veljavno metodologijo. Zaradi nizkih koncentracij radonovih kratkoživih potomcev in nizkih doznih hitrostih, so vrednosti pričakovane nize. Najvišja izračunana vrednost letne efektivne ekvivalentne doze za leto 1996 je znašala 2.6 mSv ali 5 % mejne vrednosti 50 mSv za zaposlenega delavca, povprečna vrednost za vseh 55 delavcev RŽV pa je bila 0.91 mSv. Kolektivna doza delavcev, ki so bili pod dozimetričnim nadzorom, je bila v letu 1996 0.050 človek.Sievertov (manSv).

Skoraj dvakratna vrednost je posledica spremembe delovišča jamskih delavcev. Z letom 1995 so se zaključila dela na izdelavi drenažnega tunela na jalovišču Boršt (nizke koncentracije radona), medtem ko so v letu 1996 izvajali dela na sanaciji začetnega dela jamskega podkopa P-10.

Tabela 3.19:

Leto	Število delavcev	Povprečje (mSv)	Maks. vredn. (mSv)	Kolekt.doza (človek.Sv)
1989 (v času obratovanja)	350	5	18	1.75
1995	56	0.5	1.5	0.028
1996	55	0.91	2.64	0.050

Skupaj je bil obračun prejetih učinkovitih ekvivalentnih doz za leto 1996 izdelan za 55 delavcev. Za delavce službe varstva pred sevanji RŽV je bila posebej (RŽV je pooblaščen organizacija za izvajanje meritev sevanja v jami) izdelana še ocena prejete letne učinkovite ekvivalentne doze pri izvajanju meritev sevanja v drugih rudnikih (RSC Mežica in RŽS Idrija).

3.3.4. Nadzor izpustov iz RUŽV

Nadzor vplivov rudnika urana na okolje je potekal po programu nadzora emisij in programa nadzora radioaktivnosti v okolju. Nadzor emisij je izvajala služba varstva pred sevanji RŽV, nadzor radioaktivnosti v okolju pa pooblaščen organizacija ZVD ob delnem sodelovanju z IJS.

Program nadzora tekočih emisij RŽV je bil nespremenjen glede na preteklo obdobje. Obsegal je meritve urana in radija-226 v vzorcih vseh tekočih izpustov RUŽV, vključno z meteoritnimi

vodami iz rudniških površin ter v vseh izpustih, ki prispevajo k onesnaženju vodotokov. V enkratnih vzorcih se analizira koncentracija U_3O_8 (RŽV laboratorij), medtem ko se v mesečnem kompozitnem vzorcu poleg kemičnih snovi analizirata tudi U_3O_8 (RŽV) in ^{226}Ra (IJS).

Odpadne vode, ki so nastajale pri čiščenju in dekontaminaciji z mokrim postopkom v območju obrata za proizvodnjo uranovega koncentrata, so zbirali v lovilni jami na mestu izvajanja čiščenja in dekontaminacije. Vodo so občasno in po potrebi prečrpavali v bazen, kjer so se trdni delci postopoma usedli; bistro vodo z raztopljenimi radioaktivnimi snovmi so občasno (ob višjih vodostajih) kontrolirano in s sprotnim razredčevanjem spuščali v potok Brebovščico. Koncentracija U_3O_8 v vodi na izpustu in presejala vrednosti 500 mg/m³ pri pretoku 0,3 do 0,4 L/s. Skupno je bilo izpuščeno 978 m³ vode, količina (masa) izpuščenega U_3O_8 pa je znašala 0,5 kg ali manj kot 0,1 % skupne emisije U_3O_8 iz RUŽV v letu 1996. Stanje nadzora tekočih izpustov iz RŽV je podano v tabeli 3.20.

Tabela 3.20: Nadzor tekočih izpustov iz RŽV in vodotokov

Vzorčevalno mesto	Letni pretok (1000 m ³)	Povp. konc raztopljenega U_3O_8 (mg/m ³)	Povp. konc raztopl. ^{226}Ra (Bq/m ³)
Nadzor tekočih izpustov			
Čistilna naprava za jamsko vodo	738	308	33
Potok Jazbec pod odlagališčem jamske jalovine (Jazbec)	340	546	17
Skupna drenaža jalovišča HMJ Boršt	9.2	750	180
Preliv zadrževalnega bazena Boršt	28	847	2109
Drenaža zadrževalnega bazena Boršt	1095	746	240
Drenažni tunel na jalovišču Boršt	67	23	18
Rezultati meritev vodotokov			
Boršt potok	290	<10	27

Tabela 3.21: Skupna letna emisija U_3O_8 in ^{226}Ra po posameznih objektih RUŽV v letu 1996

	U_3O_8 (kg)	Delež (%)	^{226}Ra (MBq)	Delež (%)
Jama	227	52	25	23
Jalovišče Jazbec	180	41	6	6
Jalovišče Boršt	31	7	76	71
Skupaj RUŽV 1996	438	100	107	100

3.3.5 Vpliv tekočih emisij iz RŽV na okolje

Tabela 3.22: Rezultati letnih pretokov in povprečnih letnih

koncentracij urana in ^{226}Ra v mesečnih sestavljenih vzorcih vodotokov Todraščica (pred izlivom v Brebovščico) in Brebovščica v Gorenji Dobravi (merilno mesto Tavčar)

Vzorčno mesto	Letni volumen (1000 m ³)	Povp. konc raztopljenega U ₃ O ₈ (mg/m ³)	Povp. konc raztopljenega ^{226}Ra (Bq/m ³)
Rezultati meritev vodotokov			
Todraščica	4253	10	33
Brebovščica, (1,5 km pod Todražem)	30317	15	7

3.3.6 Vpliv plinastih emisij iz RŽV na okolje

Med vire zračnih emisij iz virov nekdanjega RUŽV prištevamo jamske prezračevalne postaje in zračilne jaške ter površine jalovišč (hidrometalurške jalovine na Borštu, jamske izkopske na Jazbecu) in začasnih odlagališč (jamske izkopske na P-1 in P-9). Med površinske vire prištevamo tudi nasute neasfaltirane površine na območju jamskih obratov in drenažni iztok jalovišča Jazbec. Glede na vplivnost na koncentracije radona v okolju delimo vire na nižinske vire in na višinske vire. Prvi leže pod mejo povprečne temperaturne inverzije (nadmorska višina pod 500

m), in mednje prištevamo: podkopa P-10 in P-11 v času naravne ventilacije rudnika, ter jalovišče Jazbec.

Ocene letnih emisij iz posameznih virov so pokazale, da je bil velikostni red emisij radona-222 iz vseh virov v letu 1996 okrog 7 TBq. Od tega so prispevali jamski obrati (jama, odložena jamska izkopska, prepust drenaže jalovišča Jazbec) 4.1 TBq, predelovalni obrat (jalovišče HMJ) pa 2.8 TBq. V tabeli so navedene maksimalne in minimalne vrednosti na posameznih jamskih izpustih in prepustu jalovišča jamske izkopske pod Jazbecem.

Tabela 3.23:

Vir / Koncentracija	PAEC (WL)		Rn-222 (Bq/m ³)	
	MAKS	min	MAKS	min
Podkop P-11	1.34	0.29	5450	1475
Podkop P-10	7.3	3.45	29300	15900
Zračilni jašek 6/2	0.31	0.09	1380	510
Drenažni prepust Jazbec	1.12	0.03	17850	728

Vir: Letno poročilo o izvajanju varstva pred sevanji in o vplivu RUŽV na okolje za leto 1996, RŽV, maj 1997

3.3.7 Izvrševanje priporočil misij MAAE na RŽV

Leta 1995 je na povabilo Uprave RS za jedrsko varnost obiskala Rudnik Žirovski vrh strokovna misija MAAE zaradi radiološke varnosti med razgradnjo. Misija je trajala dva tedna. Rezultat obiska je bilo poročilo "Expert Mission Report on the Decommissioning of the Žirovski vrh Mine Complex (RUŽV) 03 to 14 April 1995" s priporočili, ki omogočajo lažje opravljanje postopkov dekomisije. Rezultat upoštevanja priporočil je naslednji:

a) priporočilo Razmejitev pristojnosti upravnih organov ni urejena.

Smatramo, da je ta problem že odpravljen. V okviru Ministrstva za okolje in prostor so zadeve urejene na sledeč način: Pristojnosti za prostorsko upravne zadeve imajo sledeče organizacijske enote

Ministrstva za okolje in prostor:

- Izdaja lokacijskih dovoljenj
Sektor za upravne zadeve
Služba za prostorsko upravne zadeve republiškega pomena

Pomembnejši soglasodajalci v primeru RUŽV pa so:

- MOP-Uprava RS za varstvo narave,
- MOP-Uprava RS za jedrsko varnost,
- Ministrstvo za zdravstvo; Zdravstveni inšpektorat RS,
- Ministrstvo za obrambo; Inšpektorat RS varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami,
- Ministrstvo za gospodarske zadeve; Republiški rudarski inšpektorat
- Izdajo gradbenega dovoljenja
Sektor za upravne zadeve
Služba za graditev objektov republiškega pomena

Soglasodajalci so isti kot pri lokacijskem dovoljenju. Pri tem pa je bil narejen preceden, da URSJV ni dala soglasja k gradbenemu dovoljenju RŽV-ja za demontažo opreme, temeljev in inštalacij objektov 301, 302, 303 in 313.

- Obratovalno dovoljenje oziroma dovoljenje za trajno prenehanje obratovanja

Naše tolmačenje (prakse v Sloveniji še ni bilo) je sledeče: kot dovoljenje za trajno prenehanje obratovanja RUŽV bo možno smatrati končno gradbeno dovoljenje, v kolikor bo k temu dovoljenju URSJV dala posebno soglasje za dokončno odlaganje radioaktivnih odpadnih snovi (Jazbec, Boršt ali jama) v skladu s prvim odstavkom 8. člena ZIVIS-a (Ur.l.SRS 32/80). V kolikor pa bo v projektnih rešitvah predviden večletni aktivni nadzor in dograjevanje (saniranje) obeh odlagališč (Jazbec, Boršt ali jama) bo potrebno smatrati, da odlagališča obratujeta in bosta oba objekta potrebovala obratovalno dovoljenje, ki ga bo izdala URSJV.

b) priporočilo Program zagotovitve kvalitete del (QA), ki je v svetu sestavni del dekomisijskih načrtov. To priporočilo še ni upoštevano.

c) priporočilo Pripraviti program zapiranja RUŽV z oceno potrebnih finančnih sredstev in terminskim planom je naročen pri IBE in bo končan septembra 1997.

d) priporočilo Ponovna preučitev predlaganih variant dekomisije odlagališča Boršt.

Študija obstoječih lokacij odlagališč z variantnim izračunom po metodi ocene rizikov glede na velikost doznih obremenitev in zagotovitev dolgoročne trajnosti odlagališč ter ovrednotenja morebitnih novih lokacij je razdeljena na dva dela:

- Ponovno vrednotenje variant prenehanja obratovanja jalovišč RUŽV. Študijo izdeluje IGGG (izdelana bo marca 1997),

- Studija ocene rizikov glede na velikost doznih obremenitev za 1000 letno obdobje. Zbiranje ponudb poteka že od aprila 1997. Ponudbo ves ta čas obljublja IJS in ZVD. RŽV skuša zato organizirati svojo skupino za izdelavo študije, v kateri pa bi vključil tudi strokovnjaka misije MAAE iz Francije g. P.Zettwoog-a.

Pripravlja se Načrt dekomisije RUŽV na nivoju projektne gradbene dokumentacije PGD in PZI. Razdelili so ga na štiri dele:

- Sanacija jamskih prostorov:
- Projekt zapiranja izhodov iz jame. Predvidene so zadelke na vseh izhodih iz jame (podkopi, jaški). Projekt je izdelal IBE in je v fazi revizije,
- Projekt zapiranja jame je izdelan na nivoju idejnega projekta,
- Projekt rušenja objektov
- Naročen pri IBE-ju in bo dokončan do 1.7.1997
- Projekt sanacije objektov namenjenih za neomejeno uporabo
- Naročen je pri IBE-ju in bo izdelan do 1.7.1997
- Projekt zapiranja odlagališč Jazbec in Boršt
- Projekt je bil na nivoju PGD z obstoječimi podatki izdelan leta 1995. Predpogoj za revizijo projekta je dokončanje študije ocene rizikov glede na velikost doznih obremenitev za 1000 letno obdobje.

e) oceniti meje izpustov iz področja RUŽV izhajajoč iz priporočil komisije ICRP in Basic Standard dokumentov iz leta 1994 (1mSv/leto)

Opravila se je strokovna opredelitev in utemeljitev avtoriziranih mej za radiološko dozno omejitve zaradi izpuščanja radioaktivnih snovi iz Rudnika Žirovski Vrh.

f) zagotoviti stalno financiranje Programa izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja Rudnika urana Žirovski vrh

Programi izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja Rudnika urana Žirovski vrh

se redno financirajo v skladu s proračunskimi možnostmi,

g) stalno dokumentirati obsevanost zaposlenih v času dekomisije,

Na RŽV je organizirana stalna služba, ki skrbi za zagotavljanje varstva pri delu in varstva pred ionizirajočimi sevanji,

V letu 1996 je Uprava RS za jedrsko varnost:

- podala, v dokumentu št. 10744/MG z dne 8.03.1996, strokovno utemeljitev zahtev, ki jih navaja v poprejšnjih soglasjih,
- dala mnenje o Poročilu o vplivih na okolje dokončne ureditev pridobivalnega prostora RUŽV št. 11994/MG z dne 28.6.1996,
- izdala Poprejšnje soglasje za izdajo delne lokacijske odločbe za končno ureditev
- pridobivalnega prostora RUŽV št. 350-3/95-12653/EL z dne 25.09.1996,

3.3.8. Zaključna ocena

Zaradi pomanjkanja sredstev in kasnitve priprave ustrezne dokumentacije in analize niso opravili večjega dela aktivnosti iz programa za leto 1996. Priporočila misij MAAE in zahteve URSJV še niso bile izpolnjene. V sklopu projekta izvedbe trajnega prenehanja obratovanja jalovišč je bila v celoti opravljena prva faza vrtnja drenažnih vodnjakov pri sanaciji plazišča na jalovišču, hidrometalurške jalovine Boršt. Meritve radioaktivnosti v okolju so tudi v šestem letu po ustavitvi rudarjenja pokazale, da je prenehanje izkoriščanja uranove rude le delno zmanjšalo vpliv RUŽV. Večjih sprememb tudi ni realno pričakovati, dokler ne bodo dokončno sanirana vsa sedanja jalovišča. Emisija radio-nuklidov s tekočimi iztekami se je v zadnjem letu precej zmanjšala, kar velja tudi za celoletne izpuste radona iz jame in jalovišča na Borštu.

Najpomembnejši vir radioaktivnega onesnaževanja v okolju RUŽV še vedno ostaja radon ^{222}Rn s svojimi kratkoživimi potomci, ki prispevajo več kot 4/5 dodatne izpostavljenosti ali v povprečju 0.26 mSv. Na vse ostale prenosne poti, kot so inhalacija dolgoživih radionuklidov, vodna in kopna prehrabena pot ter zunanje obsevanje, odpade preostali delež dodatne obremenitve ali manj kot 0.06 mSv na leto.

Prejeta efektivna doza za odrasle prebivalce predstavlja eno tretjino mejne vrednosti 1 mSv na leto za celotno življenjsko obdobje, kot jo predpisujejo še vedno veljavni zvezni Pravilnik o mejah doz, ki jih ne sme presežati sevanje (Ur.l. SFRJ št. 31/87) in tudi najnovejša mednarodna priporočila ICRP 60 (1991) oziroma BSS (1996). V primerjavi s celokupno izpostavljenostjo sevanju predstavlja prispevek RUŽV okoli 6 % od povprečne obremenitve naravnega sevanja v tem okolju (okrog 5.5 mSv na leto).

Vir:

1. Letno poročilo o izvajanju varstva pred sevanji in vplivu Rudnika urana Žirovski vrh na okolje za leto 1996, RŽV, marec 1997.
2. Poročilo o nadzoru radioaktivnosti v okolju RUŽV za leto 1996, ZVD RS, Ljubljana, marec 1997

3.4. ZAČASNO SKLADIŠČE ZAVRATEC

V začetku junija 1961 se je na Onkološkem inštitutu v Ljubljani raztresla vsebina ampule z radioaktivnim radijem. V radijevi igli je bilo 370 Mbq izotopa ^{226}Ra v obliki sulfata. Odpadke, ki so nastali ob dekontaminaciji prostorov in opreme, so prepepeljali v opuščeni vojaški objekt pri Zavratcu.

V zadnjih letih je bilo danih več pobud za sanacijo in prestavitev navedenih RAO. Vlada RS je pobudo obravnavala in leta 1992 na

predlog URSJV zadolžina Agencijo RAO, da zadevo uredi.

V letu 1994 je IB Elektroprojekt Ljubljana po naročilu Agencije ARO izdelal študijo, kjer predstavlja nekaj variant sanacije in kot prednostno varianto predlaga prepakiranje radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču in uskladiščenje v prehodnem republiškem skladišču na Reaktorskem centru Instituta "Jožef Stefan" v Podgorici. Maja 1996 je Institut "Jožef Stena" z Agencijo RAO sklenil pogodbo za izvedbo druge faze sanacije skladišča radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču. Projekt Inventarizacija in prepakiranje odpadkov predstavlja nalogo iz programa dela Agencije RAO za leto 1996.

V skladu s tem si je ekipa IJS-Ekološkega laboratorija z mobilno enoto v začetku julija ogledala skladiščni objekt in opravila predhodne meritve za ugotovitev začetnega radiološkega stanja v zgradbi in okolici. Nato sta bila izdelana dva osnovna delovna postopka: Priprava in izvedba del inventarizacije in prepakiranja odpadkov v začasnem skladišču radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču in Varstvo pred ionizirajočim sevanjem ob sanaciji skladišča radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču. Pred sanacijo so bili postopki preverjeni s strani ZIRS, vsi sodelujoči pa so bili z njimi podrobno seznanjeni. Posebna skrb je bila posvečena varstvu pred ionizirajočim sevanjem in ocenam doznih obremenitev. URSJV pri tem ni sodelovala.

Glavna dela so potekala od 3. septembra do 11. septembra. V tem času so bili vsi odpadki izmerjeni in prepakirani. Delo je potekalo rutinsko. Obstoječe sode so prepeljali iz skladišča v pripravljavnico, posesali prah, sod odprli, fotografirali, ponovno zaprli, ga označili z zaporedno številko in oblekli v vrečo. V merilnici so sod najprej stehali, nato izmeriti hitrost doze na površini in na razdalji 2 m. Hkrati je potekala meritev aktivnosti in identifikacija sevalcev gama. Po končanih meritvah so sode prepakirali v nove sode, ki so jih ustrezno označili in odpeljali v začasno shrambo. Vse kosovne odpadke so razrezali in že v skladišču spravili v nove, pred kontaminacijo zaščitene sode.

V zaključni fazi so bili prepakirani RAO po vnaprej izdelanem načrtu vrnjeni v prvotno skladišče in prekriti s polivinilno prevleko. Opravljene so bile meritve hitrosti doze ter spektrometrija gama in-situ. Nato je bilo skladišče ponovno zazidano, vsi ostali prostori pa izpraznjeni in zaklenjeni.

V desetih dneh sanacije je Zavrtač obiskalo preko 100 obiskovalcev. Za ogled je veljal poseben postopek in osebna zaščita.

Povzetek rezultatov sanacije

Prvotno je bilo predvideno, da bodo ločevali neaktivne od aktivnih odpadkov. Med sanacijo pa so ta del načrta zaradi odkrita kontaminacije s ^{14}C (čisti sevalec beta) spremenili. V tretji, končni fazi sanacije skladišča v Zavrtaču bo zato potrebno vsebino večine sodov (imajo posebno oznako) podrobno pregledati (izmeriti) in jih razvrstiti v radioaktivne in neradioaktivne (komunalne) odpadke. V skladišču je bilo tudi okrog 2 m³ desk. Meritve so pokazale, da je le 2 % desk kontaminiranih. Kontaminirane dele so shranili, preostanek (nekontaminirani deli) pa je bil odpeljan na komunalno odlagališče v pristojnosti občine Idrija.

Vsi odpadki razen enega večjega kosa (blagajne) ter steklenice in plastenke s tekočino so sedaj shranjeni v 97 novih sodih. Od tega je 77 sodov-površnikov (320 litrov), 20 pa je 200 litrskih sodov. V skladišču je bilo pred tem 75 sodov, od tega je bil en prazen, eden pa majhen, nestandarden.

Na 10 sodih in eni steklenici rdeča pika označuje, da hitrost doze na površini presega 10 $\mu\text{Sv/h}$. V 4 sodih je izotop ^{60}Co , v 9 sodih, steklenici in plastenki pa ^{137}Cs . Z ^{14}C je kontaminirano 8 starih

sodov in material, ki je sedaj shranjen v 21 vrečah v sodih površinskih in v 14 novih sodih. Sedemindeset (37) starih sodov n 25 vreč je predvidenih za komunalni odpadke. Skupna neto masa odpadkov presega 12 ton (bruto 14,5 ton).

Ocenjena skupna aktivnost ^{226}Ra se v okviru merilne negotovosti ujema z vrednostjo vsebine radijeve ampule. Ocenjena aktivnost ^{60}Co je 16 Mbq, ^{137}Cs pa 22MBq.

Med odpadki so bile tudi tekočine (steklenica, plastenka in 4 kovinske posode), v nekaterih sodih pa je bila tudi voda. Steklenica in plastenka sta še vedno v skladišču, voda iz sodov in kovinskih posod pa je shranjena v sedmih 50 l plastičnih posodah na Institutu "Jožef Stefan". Rezultati meritev vodnih vzorcev kažejo, da je voda kontaminirana z ^{226}Ra nad mejno vrednostjo za pitno vodo (1 kBq/m³). Kemijske analize vode po so pokazale, da te vsebujejo tudi strupene organske primesi in visoke vsebnosti cinka. Odpadno vodo je zato potrebno obravnavati kot poseben odpadke.

V poročilu o sanaciji pa je zapisano tudi, da zaradi slabega stanja skladišča objekt ni primeren za daljše hranjenje odpadkov in da so z meritvami preverili, da sanacija ni vplivala na okolje in prebivalce.

Zaradi skrbnega načrtovanja del, ustrezne zaščitne opreme in upoštevanja vseh načel kulture obnašanja pri delu z viri sevanja so bile dozne obremenitve izvajalcev sanacije zanemarljive.

Izvajalci sanacije so v svojem poročilu podali tudi predlog dokončne rešitve problema RAO iz Zavrtača to je preselitev v prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov na Brinju.

Predlog dokončne ureditve začasnega skladišča v Zavrtaču je bil narejen na osnovi že obdelanih možnih variant sanacije v študiji IBE Ljubljana iz leta 1994 in opravljene analize stanja po končani drugi fazi sanacije. Predlagajo, da dokončna ureditev začasnega skladišča v Zavrtaču poteka po naslednjem programu:

Dejavnosti pred transportom

- Ločitev radioaktivnih odpadkov od komunalnih. Ocenjeno je, da bi ob podrobnem pregledu odpadkov volumen zmanjšali vsaj na polovico.
- Obdelava tekočih odpadkov. Prehodno skladišče na Brinju ni namenjeno shranjevanju tekočih odpadkov.
- Dokončna dekontaminacija skladiščnega objekta. Kontrolne radiološke meritve skladišča in neposredne okolice. Preden bo objekt v Zavrtaču dokončno predan v "splošno uporabo", so potrebne ponovne kontrolne meritve skladišča in neposredne okolice.
- Priprava terena za nalaganje odpadkov in transport. Ker so nekateri sodi zelo težki (prek 300 kg), bo potrebno za nalaganje sodov na kamion in transport urediti dovoljno pot, ploščad za nalaganje tako, da bo možna uporaba mehanizacije.

Transport

- Izbira načina prevoza.
- Ureditev formalnosti.
- Prevoz v prehodno skladišče na Brinju.

Skladiščenje v prehodnem skladišču na Brinju

- po vnaprej izdelanem načrtu.

Prednosti predložene rešitve so dokončna sanacija "črnega skladišča RAO" v Zavrtaču, urejen status prehodnega skladiščenja in nadzor nad RAO.

Vir: Agencija RAO, Sanacija skladišča radioaktivnih odpadkov v Zavrtaču, II. faza, Povzetek poročila IJS-DP-7459, Lj. november 1996.

4.0 AGENCIJA RAO

Agencija RAO se je leta 1996 preoblikovala iz javnega podjetja v javni gospodarski zavod. Na tem področju je bilo izdelanih več osnutkov pravnih aktov o preoblikovanju Agencije RAO, opravljene so bile ustrezne konzultacije s pristojnimi ministrstvi in Službo Vlade RS za zakonodajo ter izvedeni popravki v skladu z zahtevami in pripombami organa upravljanja Agencije RAO. Sledil je vpis Agencije RAO v sodni register pristojnega sodišča. Pripravljen je bil osnutek statuta Agencije RAO kot osnovnega splošnega akta zavoda in izdelan koncept sprejema preostalih splošnih aktov.

Kot srednjeročni cilj Agencija RAO načrtuje v obdobju naslednjih petih let na osnovi kabinetskih raziskav ter obstoječih geoloških, hidrogeoloških, seizmičnih in drugih podatkov poiskati v Sloveniji nekaj deset potencialno ustreznih območij ali lokacij za odlagališče NSRAO. Po tej začetni grobi selekciji območij namerava v naslednji fazi lokalne skupnosti na potencialno zanimivih področjih povabiti k sodelovanju pri nadaljnjem izboru ustrezne lokacije. Postopek je mešanica klasičnega izbora na podlagi tehničnih kriterijev in sodobnega "prostovoljnega" pristopa. Takšno pridobivanje lokacij se v svetu vse bolj uveljavlja, saj zaradi svoje fleksibilnosti ponuja največ možnosti za uspešno izvedbo izbora. Pred začetkom izbora je seveda treba pripraviti strokovne podlage in določiti postopek oziroma način izbora, ki naj bi bil čimbolj transparenten in javen. V minulem letu so postopek izbora obdelali tako s pravnega kot tehničnega vidika. Naloga z naslovom Primerjalno-pravni prikaz zakonodaj drugih držav pri iskanju lokacije za

odlagališče RAO z javnim razpisom podaja pregled ureditve javnega razpisa oziroma postopka izbora s povabilom skupnostim k sodelovanju pri izboru v nekaterih evropskih in drugih državah, vsebuje pa obravnavo od ustavnih izhodišč in osvetlitve procesnih vidikov do odškodninskih vprašanj in razmerij med državo in lokalno samoupravo. Na osnovi že pripravljenih kriterijev za izbor lokacije za površinski in podzemni tip odlagališča (splošni in geološki) so z nalogo Izbor lokacije za odlagališče NSRAO - določitev načina uporabe kriterijev in rangiranje področij po primernosti poskušali definirati način uporabe kriterijev pri vnovičnem oziroma razširjenem izboru lokacije površinskega in/ali podzemnega tipa odlagališča. S stališča varnosti odlagališča je pri izboru lokacije zelo pomembno tudi poznavanje primerne geološke strukture s hidrogeološkega vidika. V okviru presojanja primernosti območij za lokacijo odlagališča NSRAO so začeli s Hidrogeološko identifikacijo primernih geoloških struktur, katere namen je identificirati hidrogeološko primerne strukture - kamnine za lokacijo površinskega in/ali podzemnega tipa odlagališča NSRAO v Sloveniji. Pomemben parameter pri izboru lokacije je tudi aktivnost endogenih procesov. Kako upoštevati parametra stopnje seizmične aktivnosti in bližine aktivnih prelomov pri izboru lokacije za odlagališče NSRAO, je obravnavala študija Program raziskav za ugotavljanje aktivnosti endogenih procesov - seizmična aktivnost, aktivni prelomi.

Zlasti pri upoštevanju te problematike se je pokazala nujnost terenskih raziskav za dokončno potrditev (ne)primernosti območja za lokacijo odlagališča NSRAO.

Tabela 4.1: PREGLED PROJEKTOV ARAO V LETU 1996

NASLOV	IZVAJALEC
Sanacija začasnega skladišča RAO v Zavratcu - 2.faza, inventarizacija in prepakiranje odpadkov	Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana
Izbor lokacije za odlagališče NSRAO hidrogeološka identifikacija primernih geoloških struktur	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko
Zgibanka prevoz NSRAO in VRAO	Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana
Raziskava javnega mnenja o ravnanju in odlaganju RAO v Sloveniji in sanacij zasilnega skladišča RAO pri Zavratcu	Pristop, d.o.o.
Multimedijska predstavitev	VPK, d.o.o.

Program raziskav za ugotavljanje aktivnosti endogenih procesov (seizmična aktivnost, aktivni prelomi)	ZAG-Zavod za gradbeništvo Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko
Problematika dolgoživih NSRAO	IB Elektroprojekt, Ljubljana
Tehnologija odlaganja RAO-Geotehnični vidiki izgradnje odlagališča NSRAO	IRGO-Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje
Dolgoročni terminski načrt aktivnosti agencije RAO	IB Elektroprojekt, Ljubljana
Primerjalnopravni prikaz zakonodaj drugih držav pri iskanju lokacije za odlagališče RAO z javnim razpisom	Pravna fakulteta
Informacijski center o RAO-zasnova informacijskega centra	Inštitut Jožef Stefan, Ljubljana
Izbor lokacije za odlagališče NSRAO-določitev načina uporabe kriterijev in rangiranje področij po primernosti	Geološki zavod Ljubljana, Institut za geologijo, geotehniko in geofiziko
Priprava sistema za zagotovitev kakovosti v agenciji RAO	Inspect, Ljubljana
Priprava postopka za izbor lokacije odlagališča NSRAO, I. del	IB Elektroprojekt, Ljubljana

Publikacije o radioaktivnih odpadkih

Da bi dosegli večjo osveščenost prebivalcev Slovenije o radioaktivnih odpadkih je na pobudo Agencije RAO nastala knjiga z naslovom Radioaktivni odpadki - z znanjem proti strahu. S knjigo so želeli zmanjšati bojazen pred radioaktivnimi odpadki. Delo poljudno obravnava nastanek, obdelavo, pripravo, skladiščenje in odlaganje radioaktivnih odpadkov in je tik pred izidom. V pripravi sta še dve publikaciji: Najpogostejša vprašanja in odgovori o radioaktivnih odpadkih in Vodič za novinarje, ki tudi obravnava tematiko radioaktivnih odpadkov.

Predstavitve Agencije RAO na internetu

Konec leta 1996 je bila izdelana predstavitev Agencije na internetu na naslovu:
<http://www.sigov.si/arao/sarao/.html>

Namen predstavitve je seznaniti širok krog uporabnikov interneta z delom in predstaviti problematiko ravnanja z radioaktivnimi odpadki.

Vir: Agencija za radioaktivne odpadke, Letno poročilo 1996.

5. DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI

5.2 IPPAS MISIJA

Na povabilo Uprave RS za jedrsko varnost je bila v dneh od 9. do

18. decembra 1996 v Sloveniji misija Mednarodne agencije za atomsko energijo IPPAS (International Physical Protection Advisory Service).

Ta nova oblika svetovanja MAAE (misija v Sloveniji je druga, prva je bila izvedena pred tem v Bolgariji) je po svoji filozofiji sorodna drugim misijam, ki se izvajajo v okviru Agencije, njen fokus pa je na fizični zaščiti jedrskih objektov in materialov.

Misija IPPAS ne predstavlja inšpekcijskega nadzorstva Agencije nad sistemom države gostiteljice, temveč je predvsem namenjena preverjanju usklajenosti domače zakonodaje in prakse z mednarodnimi konvencijami in priporočili s področja fizične zaščite jedrskih objektov in materialov, predvsem seveda tistimi, izdanimi s strani oz. v okviru Agencije.

To sta v prvi vrsti Konvencija o fizični zaščiti jedrskega materiala (Ur.list SFRJ št. ...) (INFCIRC/274/Rev 1) in Fizična zaščita jedrskega materiala - priporočila MAAE (INFCIRC/225/Rev 3).

Člani misije so bili vodilni strokovnjaki za področje jedrske zakonodaje z MAAE in Švedske, ter vodilni strokovnjaki s področja fizične zaščite iz ustreznih upravnih organov za jedrsko varnost iz Anglije, Kanade in ZDA.

Člani misije so v dneh od 9. do 13. decembra obiskali: Upravno RS za jedrsko varnost, Ministrstvo za notranje zadeve ter oba jedrska objekta, kjer je shranjeno jedrsko gorivo t.j. Reaktorski center v Podgorici ter Nuklearno elektrarno Krško.

V dneh od 16. do 17. decembra 1996 so člani misije pripravljali strokovne beležke (technical notes).

Zaključno srečanje, katerega so se udeležili predstavniki vseh

sodelujočih strani, je potekalo dne 18. decembra, ko je koordinator IPPAS programa na MAAE sodelujočim predstavil delo MAAE na področju fizične zaščite jedrskih objektov in materialov, predvsem priprave in sprejem priporočil s tega področja, vsebovane v INFCIRC 225, sodelovanje in vlogo Agencije v okviru Konvencije o fizični zaščiti jedrskega materiala (INFCIRC 274), vlogo Agencije pri preprečevanju nedovoljene trgovine z jedrskimi in radioaktivnimi materiali in navsezadnje oblikovanje posebnega programa v okviru Agencije - IPPAS.

Vodja misije IPPAS je v nadaljevanju opisal način dela misije v Sloveniji ter osnovne ugotovitve, ki so bile v obliki pisnega povzetka tudi razdeljene prisotnim.

Splošne ugotovitve je nato konkretiziral s **priporočili** (recommendations) in **nasveti** (suggestions) ter primerni **dobre prakse** (good practice), kot so jih člani misije tekom svojega dela vključili v obsežen dokument z naslovom TECHNICAL NOTES (33 strani).

IPPAS POROČILO bo (na osnovi tehničnih beležk) posredovano Sloveniji v roku treh mesecev po končani misiji. Pristojni upravni organ in uporabniki jedrskih objektov, ki so sodelovali pri delu misije IPPAS, bodo lahko na osnutek poročila podali svoje pripombe. Končno poročilo misije IPPAS bo posredovano v Slovenijo preko uradnih kanalov. Distribucija tega poročila bo omejena na pristojne organe v državi, avtorje poročila ter pristojno osebje Agencije. Vsaka nadaljnja distribucija poročila je v pristojnosti Slovenije.

5.3. ASSET misija

Na predlog URSJV je Mednarodna agencija za atomsko energijo izvedla ASSET (Assessment of safety Significant Events Team) misijo v NEK. NEK je predhodno pripravila poročilo o samo-ocenjevanju ("Self Assessment Report"), v katerem je obdelala obratovalne dogodke v zadnjih 5 letih.

Misijo ASSET je sestavljalo 5 strokovnjakov iz petih držav, ki je bila podprta s strokovnjaki Mednarodne agencije za atomsko energijo. Člani misije so pregledali in ocenili vsa področja dejavnosti jedrske elektrarne, ki so pomembna za varno in zanesljivo obratovanje in so povezana z obratovalnimi dogodki med januarjem 1991 in decembrom 1995. Osnova je bila lastna študija in analiza NEK opravljena po metodologiji ASSET o dogodkih, ki so se zgodili v tem času. Glavno vodilo ASSET metodologije je odgovoriti na naslednja vprašanja:

1. Kateri so obstoječi varnostni obratovalni problemi?
2. Koliko so ti problemi pomembni (in resni) za varnost?
3. Zakaj so se zgodili?
4. Zakaj niso bili preprečeni?
5. Kako odpraviti obstoječe obratovalne varnostne probleme?
6. Kako preprečiti ponovitev obstoječih obratovalnih varnostnih problemov?
7. Katere korektivne ukrepe je potrebno vpeljati (plan posegov)?

Cilj misije ASSET v NEK je bil:

- recenzija analize dogodkov, ki jih je NEK opravila in
- priporočilo potrebnih ukrepov za izboljšanje učinkovitosti posegov na področju preventivnega preprečevanja nezaželenih obratovalnih dogodkov.

Povzetek glavnih zaključkov misije ASSET:

Temeljnost (popolnost) lastne ocene NEK-a

NEK je izbrala in analizirala 10 reprezentativnih dogodkov glede na že identificirana odprta vprašanja jedrske varnosti v obdobju 1991-1995.

NEK je opravila identifikacijo odprtih vprašanj glede varnostne kulture ter na osnovi povratnih informacij izboljšala svoj pristop. Prav tako je dogodke korektno ocenila in pravilno razvrstila glede na pomembnost s stališča jedrske varnosti. Z uvedbo novega postopka za uporabo povratnih informacij, ki so pridobljene z analizo dogodkov, se je izboljšala učinkovitost uporabe obratovalnih izkušenj za povečanje obratovalne varnosti elektrarne.

Učinkovitost obrambe v globino za preprečevanje nezgodnih dogodkov v elektrarni

Število dogodkov do katerih je prišlo med obratovanjem, je v mejah sprejemljivosti. Z uvedbo izboljšanih preizkusnih postopkov se bo število dogodkov zmanjšalo. Visok procent dogodkov (74 %), ki so se dogodili kot posledica preizkusov sistemov in komponent kaže, da je program preizkušanja učinkovit. Prav tako je to dokaz dobre varnostne kulture. Uvedba novih postopkov za analizo dogodkov in uporabo rezultatov analize pri izboljševanju obratovalne varnosti ter uvajanje programa preventivnega vzdrževanja, sta kazalca pozitivnega odnosa do varnostne kulture.

Učinkovitost preprečevanja poslabšanja obrambe v globino

Dogodki, ki jih je elektrarna zabeležila, ne predstavljajo poslabšanja obrambe v globino, ki je najpomembnejše načelo jedrske varnosti. Varnostna kultura v elektrarni ne predstavlja problema. Ustanovitev skupine za obravnavo povratnih informacij na osnovi analize dogodkov prispeva k nižjemu številu dogodkov povezanih z obrambo v globino in pomeni za elektrarno velik dosežek.

Učinkovitost povratnih informacij v primeru poslabšanja obrambe v globino

Pregled in analiza dogodkov v NEK ter pogovori s sodelavci elektrarne kažejo, da je učinkovitost sistema za uporabo povratnih informacij na osnovi obratovalnih izkušenj primerna. Kot je že omenjeno v prejšnji točki, ima elektrarna primerno stopnjo varnostne kulture.

Varnostna kultura elektrarne

Elektrarna izboljšuje nadzor in sistematično identifikacijo dogodkov v času obratovanja, kar je tudi posledica izboljševanja varnostne kulture.

Upoštevajoč deset izbranih dogodkov, ki jih je NEK v poročilu podrobno predstavila in analizirala, se ocenjuje, da je predloženi načrt ukrepov primeren za odpravo pomanjkljivosti in preprečevanje ponovnega pojavljanja enakih ali podobnih dogodkov. Pojavi pomembnejših problemov v zvezi z nezadostno varnostno kulturo niso opaženi.

Priporočila misije ASSET za dopolnitev načrta ukrepov

Priporočila misije ASSET za odpravo obstoječih varnostnih problemov

- Skupina za obravnavo povratnih informacij med obratovanjem mora izvajati program preučevanja obratovalnih izkušenj tako, da je mogoče zgodovinsko obravnavati dogodke in voditi evidenco o številu in vrstah prehodnih pojavov, ki so se zgodili.
- Pri samo-analizi se mora obrazec za analizo dogodka povezati z obrazcem korektivnih ukrepov. Na ta način se bo zagotovil zanesljivejši odziv s korektivnimi ukrepi na dogodek.
- Samo-analizo obratovalnih dogodkov naj NEK elektrarna opravi enkrat letno. Recenzijo morajo opraviti neodvisne inštitucije.

Priporočila ASSET misije za preprečevanje ponovnega pojavljanja obstoječih varnostnih problemov

- Izobraževanje vzdrževalnega obratovalnega osebja mora doseči nivo izobraževanja obratovalnega osebja.
- Detekcijo in izločevanje tujkov morajo upoštevati vse skupine v vseh delih (conah) elektrarne. To mora biti del izobraževalnega programa za celotno osebje skupin, ki se posebej določijo ter mora veljati za vse dele elektrarne, kjer je potrebno dovoljenje za opravljanje del.

5.4. ESRS misiji

Misija MAAE ESRS - Inženirski varnostni pregled za notranjo in zunanjo ogroženost, (Engineering Safty Review Service) povezane z lokacijo jedrskega objekta.

5.4.1 Seizmičnost lokacije NEK

Revizijo seizmične stabilnosti NEK z vidika lokacije so napravili strokovnjaki MAAE. Pregledali so napredek pri izvajanju raziskav po programu Geološko tektonske in seizmološke raziskave na območju NEK (glej poglavje 2.15).

Pomembnejše ugotovitve in priporočila iz končnega poročila misije so:

- Potekajoče raziskave so zelo pomembne za oceno potresne varnosti NEK, vendar jih zaradi njihove kompleksnosti še ni bilo možno dokončati v skladu s programom.
- Team raziskovalcev je za prvo fazo geofizikalnih raziskav razvil zadovoljivo metodologijo terenskih meritev seizmične refleksije z uporabo skromne razpoložljive inštrumentacije.
- Naši udeleženci v razpravi (strokovnjaki MAAE in izvajalci meritev) so se strinjali, da je potrebno uporabiti kvalitetnejšo geofizikalno opremo zaradi pridobitve kvalitetnejših podatkov in tudi iz večje globine zemeljske skorje. V Sloveniji je taka oprema že na razpolago, možno pa je izvajalce s tako opremo najeti v tujini.
- Interpretacija dosedaj pridobljenih merskih podatkov (lokacije tektonskih prelomov, tektonske deformacije) ni dokončna, za kar je dokaz, da so trije neodvisni strokovnjaki predložili tri precej različne interpretacije.
- Strokovnjaki MAAE so podprli nadaljevanje raziskav po obstoječem programu. Predlagali so tudi nekatere koristne dopolnitve, ki jih bo URSJV pri nadaljnjih raziskavah upoštevala.

5.4.2 Misija MAAE: pregled verjetnostnih varnostnih analiz NEK - zunanji dogodki

V okviru TC projekta MAAE RER/9/035 je 3-članska komisija v času od 19.-22. februarja 1996 pregledovala verjetnostne varnostne analize, ki obravnavajo vpliv zunanjih dogodkov na tveganje zaradi obratovanja NEK. Namen pregleda je pomoč URSJV pri pregledu tega dela verjetnostne varnostne analize PSA, ki so ga pripravili pogodbeni izvajalci NEK, in sicer "Westinghouse Energy Systems Europe" in "EQE International". PSA - analiza zunanjih dogodkov za NEK zajema analizo vpliva naslednjih kategorij zunanjih dogodkov: potres, poplave notranjega izvora, požar v elektrarni ter ostale zunanje dogodke, kot so veter, padec nenamenskega projektila, transport nevarnih snovi, itd. Analizo požara strokovnjaki IAEA niso pregledali, ker ta del študije še ni bil končan in je NEK zaradi tega še ni predložila URSJV. Pregled in ocena analize je zasnovana na pregledu poročil, predstavitvi analiz s strani izvajalca, razgovorih ter enodnevnem obisku elektrarne.

Glavne ugotovitve

Strokovnjaki MAAE ugotavljajo, da so poročila pripravljena v skladu z mednarodno prakso in standardi za tovrstne analize. Rezultati kažejo, da je pogostost poškodbe (topitve) sredice zaradi zunanjih dogodkov, ki so bili pregledani, primerljivi s tistim zaradi notranjih dogodkov. Tudi skupni rezultat ni slab. Vendar, nadaljnje izboljšave podatkov in analize zunanjih poplav, transportnih nezgod in seizmične potencialne nevarnosti lahko vodijo k modifikaciji omenjenih zaključkov.

Potresna nevarnost

Z analizo pomembnosti je razodeto, da samo nekaj seizmičnih odpovedi pomembno prispeva k verjetnosti poškodbe sredice, in sicer so to odpovedi kondenzatnega rezervoarja, rezervoarja vode za menjavo goriva, diesel-generatorskih podpornih sistemov in še nekaj drugih komponent. Razodet je relativno velik prispevek ne-seizmičnih odpovedi diesel-generatorjev pri zagonu ali obratovanju, ki v kombinaciji z izgubo vsega zunanega izmeničnega napajanja vodi v neugodne sekvence popolne zatemnitve elektrarne.

Sistem instrumentalnega znaka (ob predpostavki, da je izgubljen, ker ni seizmično kvalificiran) predstavlja pomemben prispevek v nekaterih dominantnih zaporedjih dogodkov.

V analizi se ugotavlja, da so releji izločeni iz nadaljnje analize zaradi tega, ker funkcionalno ne vodijo k napačnemu delovanju, ker so potresno varni (protipotresni) in ker se pričakuje, da jih bo operater pravočasno (30-60 minut) resetiral preden se nezgoda začne/razvije. Zato se priporoča, da se še enkrat pregleda spisek potrebnih posegov operaterjev in oceni, ali je operater sposoben obvladovati tolikšno število posegov. Če ne, je potrebno vpeljati druge zaščitne ukrepe, kot je zamenjava relejev z drugimi modeli.

Odziv elektrarne:

Razpoložljivi podatki kažejo, da je odziv elektrarne na šibke lokalne potrese veliko manjši kot analitične metode napovedujejo; vzrok za to je lahko zaradi različnih kotov valov, ki se širijo v primeru lokalnih in oddaljenih potresov. Podatke o odzivih elektrarne za pretekle in bodoče lokalne potrese je potrebno pazljivo zbirati in ocenjevati.

Dovzetnost za poškodbe:

Lokalni potresi so analizirani na omenjeni način, ampak trenutno ni obremenjujočih podatkov, ki bi kazali, da gre za pomembno varnostno vprašanje ali problem. Potrebno je preudarno nadaljevati z opazovanjem tega problema in tako poskušati doseči boljše poznavanje njegove pomembnosti za varnost. Ob bodočih lokalnih potresih je potrebno oceniti njihove učinke, zlasti ali lahko povzročijo poškodbe, ali samo tresljanje relejev. Ob planiranju morebitnih modifikacij na opremi razdelilnih polj, je potrebno preučiti, katero opremo bi zamenjali.

Analiza sistemov in vrednotenje:

Ugotovitev, da glavni prispevki k tveganju izvirajo iz potresov katerih jakost je v območju dva- do tri-kratnega projektnege, je smiselna in je v duhu ugotovitev pri drugih seizmičnih analizah pri podobnih elektrarnah. Podatke za zanesljivost diesel generatorjev, ki sicer veliko prispevajo k tveganju, je potrebno še enkrat preučiti, zlasti v luči dejanskih podatkov za NEK, v okoliščinah dejanske izgube zunanega napajanja.

Notranje poplave

Identificirano je pet poplavnih dogodkov, ki so potem detaljno

analizirani. Dva od petih dogodkov privedeta do pogostosti poškodbe sredice, ki ni zanemarljiva. Prvi, izguba vode za hlajenje komponent zaradi poplave ima pogostost poškodbe sredice - CDF nekaj nad 10^{-7} na leto. Drugi poplavni dogodek, ki povzroči izgubo bistvene oskrbne vode ima CDF blizu 10^{-5} na leto in je praktično edino zaporedje dogodkov s pomembnim prispevkom. Priporoča se gradnja zaščite črpalk bistvene oskrbne vode v cilju zmanjšanja oz. preprečevanja vpliva curka vode na njihovo odpoved.

Ostali zunanji dogodki

Analiza je opravljena za sledeče zunanje potencialne nevarnosti: zunanja poplava, močni vetrovi, zunanji požar, nevarni materiali, industrijske nezgode, nezgode, katere je povzročitelj transportni cevovod, izpusti kemikalij iz rezervoarjev na lokaciji, nezgode transportnih sredstev oz. transporta in turbinski izstrelki. Med omenjenimi viri je ocenjeno, da so pomembni in zahtevajo nadaljnjo analizo, močni vetrovi, poplave, cevovodne in transportne nezgode.

Močni vetrovi:

Priporoča se uporaba vseh razpoložljivih podatkov pri izračunu pričakovane pogostosti možnih vetrov, ki naj bi prispevali k poškodbi sredice, posebej z ozirom na potencialno izgubo zunanjega napajanja.

Transportne nezgode:

V analizo je potrebno vključiti nezgodne scenarije zaradi železniškega prevoza trdih eksplozivnih materialov.

Zunanje poplave:

Ključno vprašanje je letna verjetnost poplavnega dogodka s prelivanjem Save čez nasip na levem bregu. Uporaba metode ekstremnih vrednosti na osnovi 30 do 50 letnih podatkov o poplavih ne predstavlja zanesljiv način za pridobivanje verjetnosti tako velikih poplav.

Izkušnje ekspertov za poplave kažejo, da tovrstne ekstrapolacije ne morejo dati zaupanja vredne numerične rezultate. Eksperti MAAE dvomijo v rezultat, ki je verjetno preveč optimističen. Boljše metode za oceno ne morejo priporočiti ne na osnovi svojega znanja, ne na osnovi literature, ki jim je poznana.

Potrebno je opozoriti vse uporabnike analize, da vrednosti za letno pogostost poplav ne gre zaupati.

Ogled elektrarne

Elektrarna je v tako dobrem stanju (s stališča potresne varnosti) kot najboljše jedrske elektrarne v Združenih državah. Zelo očitno je, da je elektrarna skrbno in konzervativno protipotresno projektirana (z nekaj izjemami). Izjeme so že identificirane, tako da novih pomankljivosti ob tem obisku ni ugotovljeno. Posadka elektrarne ima zelo pozitivno vedenje do varnosti, ter prav tako dobro poznajo svojo elektrarno.

Priporočajo, da se več poudarka posveti zavarovanju razne pomožne/oskrbne opreme ali zagotovitvi jasno določenih con za tako opremo, ki je brez zavarovanja. Izkušnje kažejo, da so to lahko povzročitelji problemov.

6.0. NAČRT UKRÉPOV V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA

6.1. UPRAVE RS ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

Uprava RS za zaščito in reševanje je po zakonu o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (UI. RS 64/94) pristojna za:

- izdelavo ocene ogroženosti zaradi jedrske nesreče na območju RS,
- spremljanje in razglašanje nevarnosti,
- izdelavo državnega načrta zaščite in reševanja v sodelovanju z drugimi ministrstvi,
- organiziranje, opremljanje in usposabljanje državne enote in službe za zaščito, reševanje in pomoč ter zagotavljanje pogojev za delo poveljnika in Štaba Civilne zaščite RS,
- spremljanje in usklajevanje organiziranja Civilne zaščite ter drugih sil za zaščito, pomoč in reševanje,
- pripravljanje programov in organiziranje ter izvajanje izobraževanja in usposabljanja za zaščito, reševanje in pomoč,
- v primeru izrednega dogodka za ukrepanje po načrtu zaščite in reševanja.

V letu 1996 so na Upravi RS za zaščito in reševanje nadaljevali z aktivnostmi povezanimi z dodelavo in posodobitvijo sistema opazovanja in obveščanja v primeru jedrske nesreče v NEK. Do konca leta 1996 je bilo opravljenih večino del v novem Regijskem centru za obveščanje v Krškem, ki bo predvidoma odprt v prvi polovici leta 1997.

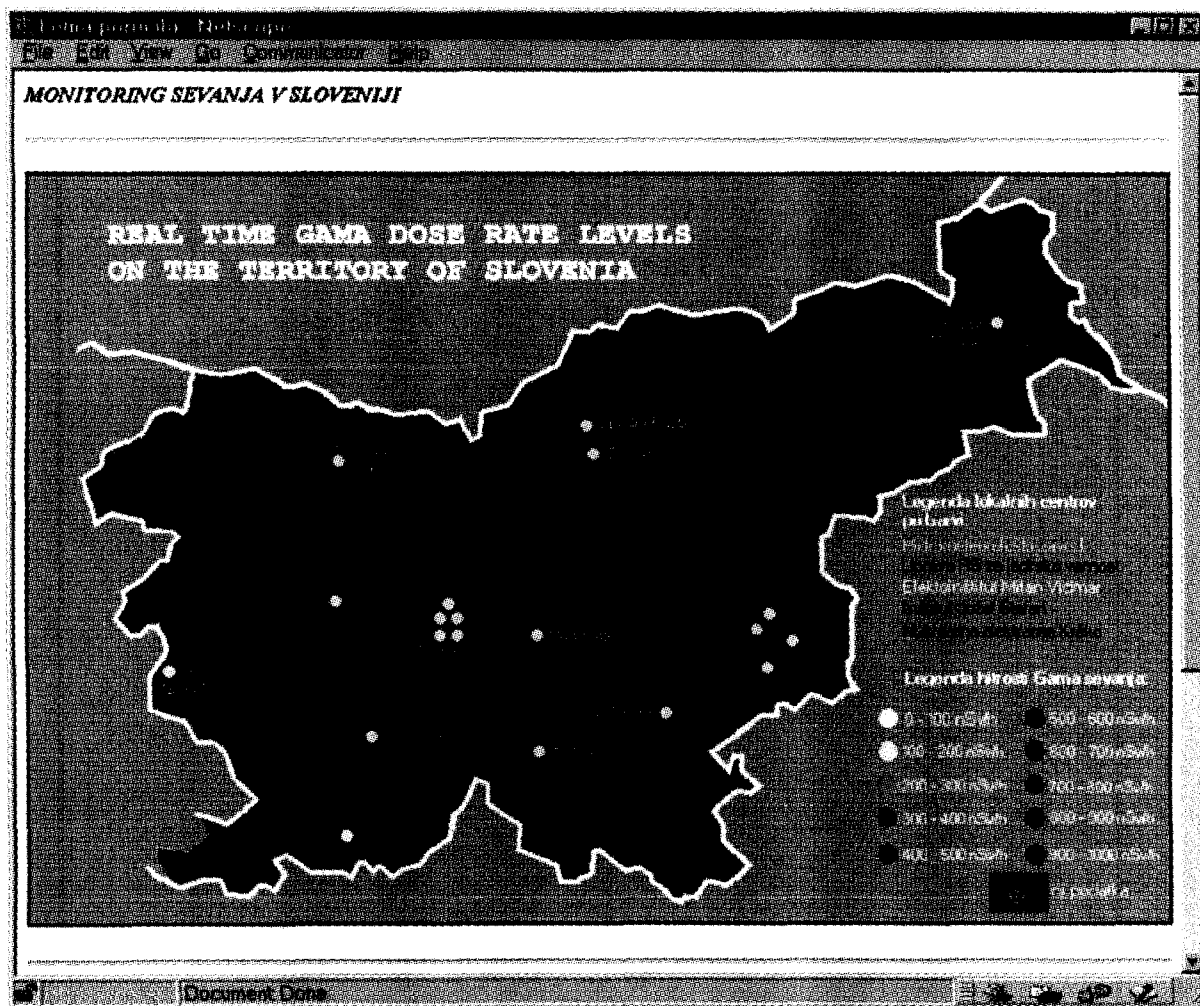
Nadaljevali so z vzpostavljanjem brezžičnega sistema zvez ZARE in smo v letošnjem letu opremili večino gasilskih enot, zdravstvene službe in enot Civilne zaščite z radijskimi postajami in pozivniki.

V pripravi je ocena radiološke ogroženosti Slovenije, ki bo podlaga za dopolnitev državnega načrta zaščite in reševanja ob radiološki nesreči. Ocena radiološke ogroženosti in načrt zaščite in reševanja bosta izdelana za ukrepanje ob radiološki nesreči v NEK, kot tudi za ukrepanje ob drugih nesrečah z radioaktivnimi snovmi.

V letu 1996 je bil podpisan dogovor o medsebojnem sodelovanju pri zaščiti in reševanju ter odpravljanju posledic nesreč z nevarnimi snovmi med ministrstvi, ki med drugim ureja tudi pristojnosti pri ukrepanju ob nesrečah z radioaktivnimi snovmi. Podpisala so ga naslednja ministrstva: Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ministrstvo za notranje zadeve, Ministrstvo za obrambo, Ministrstvo za okolje in prostor, Ministrstvo za promet in zveze ter Ministrstvo za zdravstvo.

Nadaljevali so z navezovanjem stikov in pripravo dvostranskih sporazumov s sosednjimi državami na področju varstva pred naravnimi in civilizacijskimi nesrečami. V letu 1996 je stopil v veljavo sporazum med Republiko Slovenijo in Madžarsko, parafiran je bil z Republiko Hrvaško, podpisan z Republiko Avstrijo, v pripravi pa je podpis sporazuma z Italijo. Vsi ti sporazumi urejajo tudi medsebojno sodelovanje in pomoč ob radioloških nesrečah.

V letu 1996 je v skladu z Uredbo o merilih za organiziranje, opremljanje in usposabljanje Civilne zaščite ter drugih sil za zaščito,



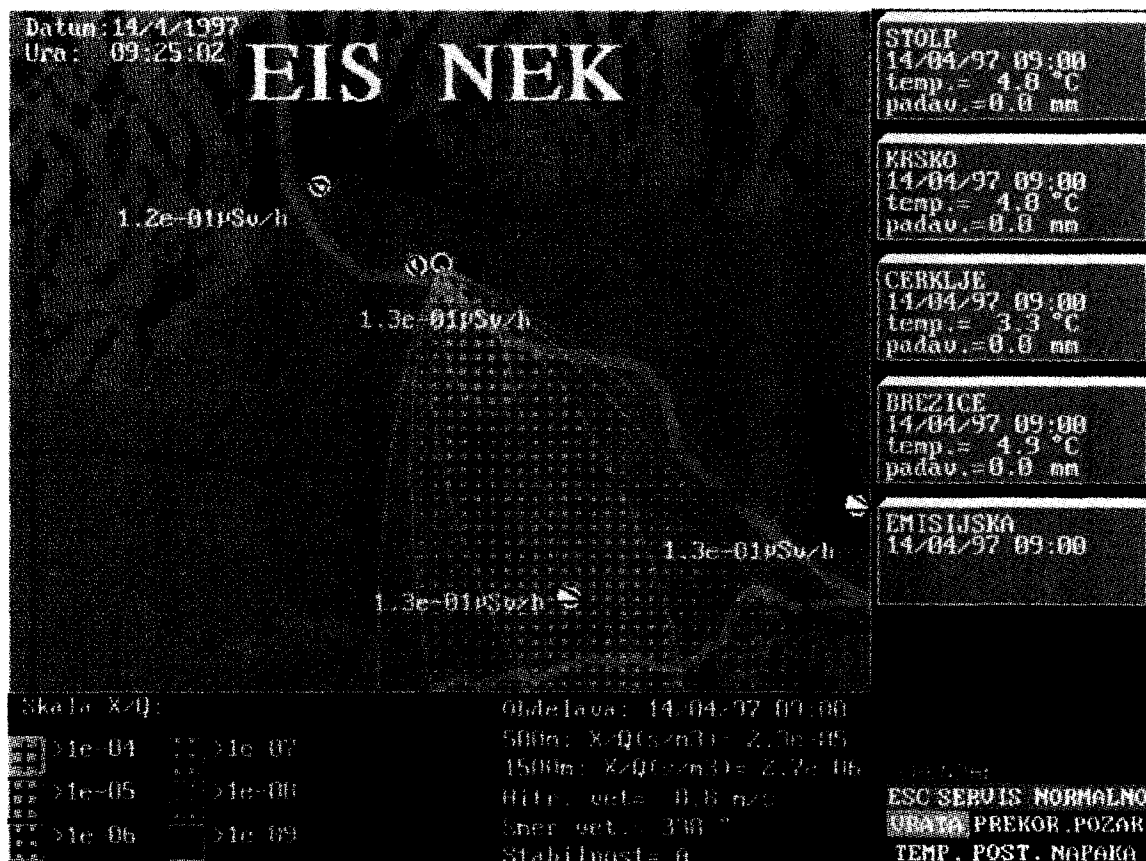
Slika 2.2 (s strani 21): Geografske lokacije radioloških merilnih mest z obarvanimi krogi, ki prikazujejo dozne hitrosti na tej lokaciji v realnem času (desno ob sliki je legenda, ki pojasnjuje, kolikšna je hitrost gama sevanja, ki jo označuje posamezna barva).

REAL TIME GAMA DOSE RATE LEVELS ON THE TERRITORY OF SLOVENIA

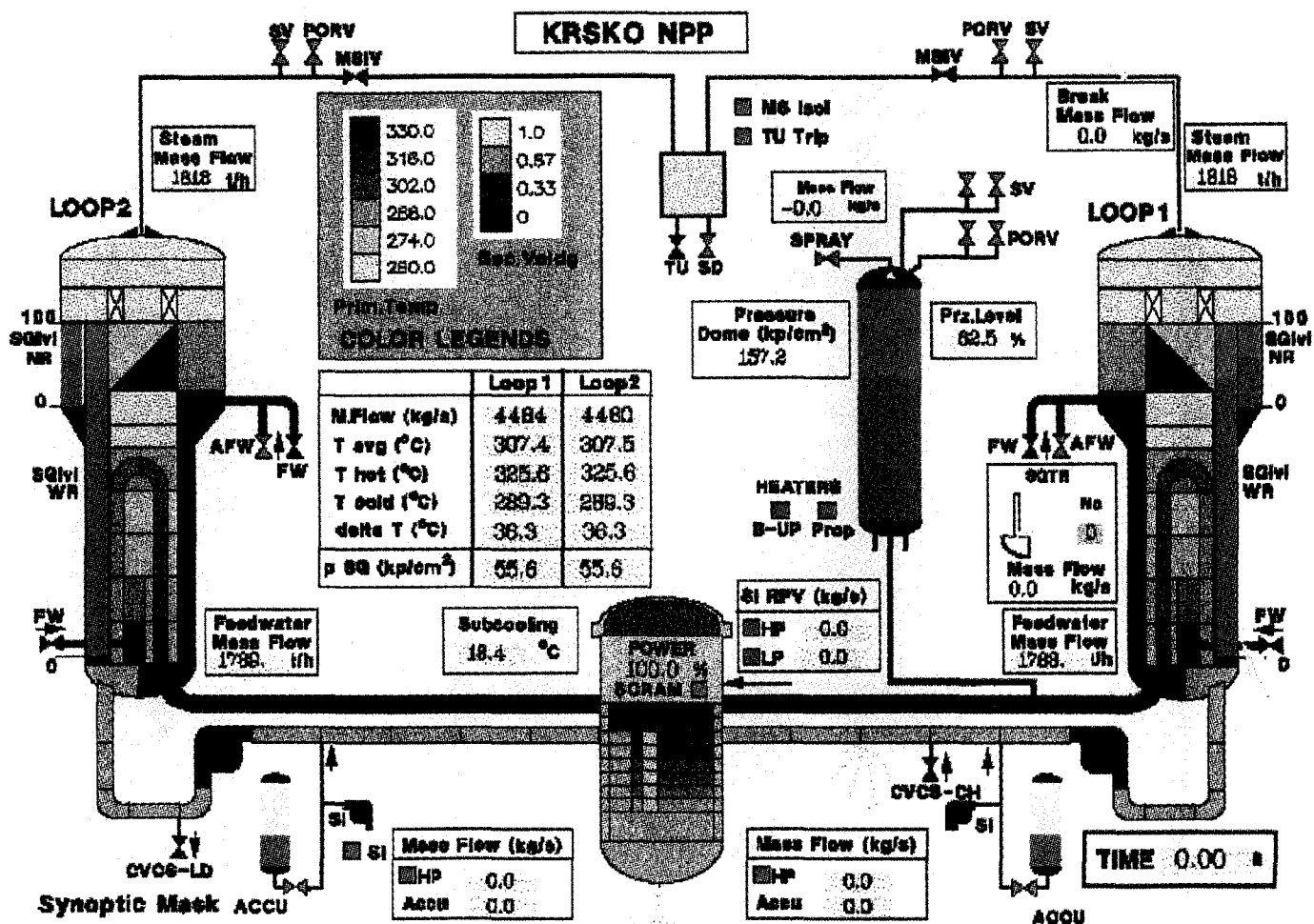
Slovenian Nuclear Safety Administration
Updated: 110797 1100 The time is given in UTC time
Warning: The data is automatically updated and can not be guaranteed to be errorfree!
The data is for information only

STATION	Date: 100797				Date: 110797				REMARKS
	BACKGR.	MEAN	MAX	AT	MEAN	MAX	AT	LAST	
	10 DAYS	VALUE	VALUE		VALUE	VALUE		VALUE	
	nSv/h	nSv/h	nSv/h	Hr	nSv/h	nSv/h	Hr	nSv/h	
RAD M23	124	123	128	03	126	131	07	128	Krško: NEK-AMP Stolp
RAD M21	113	113	121	20	116	120	05	115	Krško
RAD M18	124	125	131	04	127	132	01	124	Cerkje
RAD M15	136	136	144	11	137	141	07	136	Brežice
RAD M03	118	122	136	18	121	128	03	113	Novo Mesto
RAD M05	108	108	114	06	109	116	07	109	Bljube pri Novi Gorici
RAD M08	121	116	124	18	118	124	04	120	Rakičan
RAD M10	136	136	147	04	138	150	04	126	Lesce
RAD M27	137	141	152	16	140	146	04	134	Postojna
RAD M28	130	132	143	14	133	138	04	131	Ljubljana: HMZ
RAD M29	168	169	183	03	179	192	04	178	Iskra Koševje
RAD YA	122	122	128	03	123	127	04	119	Šoštanj
RAD YH	124	123	129	15	124	129	10	129	Sp. Razbor - mobilna
RAD ZA	128	130	156	15	128	136	09	130	Vnanjeje: EIMV mobilna
RAD A01	96	98	100	00	99	100	00	100	Lj. Beograd: URSJV
RAD A02	61	60	60	00	60	70	03	60	Pregarje
RAD A04	99	101	110	01	103	110	01	100	Podgorica: TRGA
RAD A05	122	124	130	00	129	150	05	120	Todrač: ROV
RAD M06	119	121	130	15	119	123	01	117	Lj. Beograd: URSJV
RAD M04	122	124	132	04	122	127	07	119	Lj. Viš: US

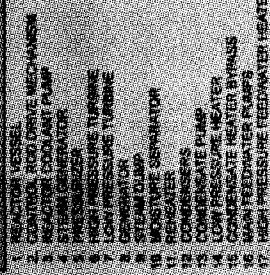
Tabela 2.4 (s strani 22): Preglednica prikazuje poleg identifikacijske oznake merilnega mesta tudi 10-dnevno povprečje doznih hitrosti, 24-urno povprečje doznih hitrosti, zadnjo polurno vrednost dozne hitrosti in ime geografske lokacije lokalnega posameznega merilnika.

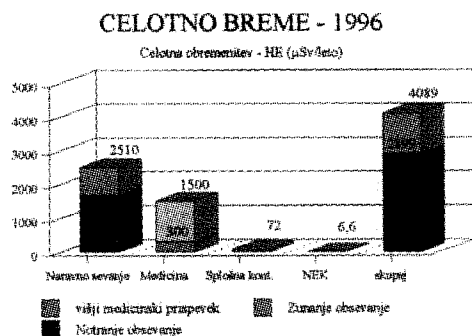


Slika 2.3 (s strani 23): Meteorološke postaje EIS Krško.

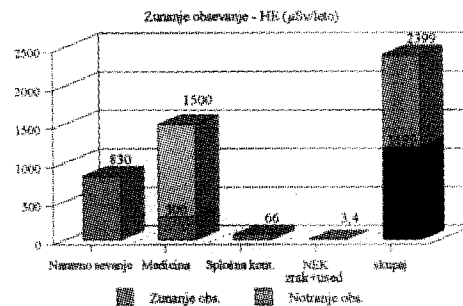


Slika 2.4 (s strani 27): Analizator prehodnih stanj NEK.



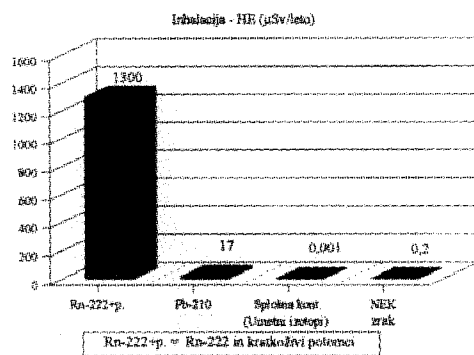


ZUNANJI OBSEV - vsi viri 1996

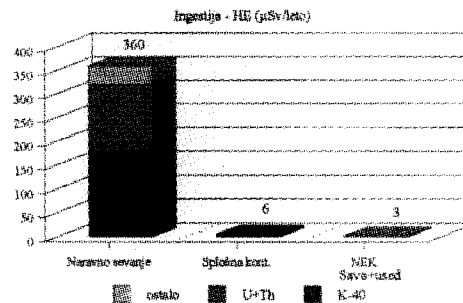


Razpon možnega medicinskega pripevka 300 - 1500 $\mu\text{Sv}/\text{leto}$

INHALACIJA - vsi viri 1996



INGESTIJA - vsi viri 1996



Slika 8.2. (s strani 85): Okolica NEK - referenčna skupina.

reševanje in pomoč potekalo opremljanje in usposabljanje enot za radiološke, kemijsko in biološko zaščito. Vse ekipe bodo opremljene in usposobljene do konca leta 1997.

6.2 URSJV

"Načrt ukrepov" (NU) predpisuje način alarmiranja in poseben način organiziranja URSJV, da je sposobna izpolniti vse svoje funkcije. Namen NU je predpisati delovanje URSJV v primeru izrednega dogodka, ki v takšnem primeru nudi podporo državnim organom, še posebej pa podpira odločitve Štaba za civilno zaščito RS. V letu 1996 je bila opravljena druga revizija NU, ki se sestoji iz 31 postopkov.

Tematsko so postopki razdeljeni na šest področij:

- notranja organizacija in odgovornosti,
- alarmiranje in aktiviranje osebja (predvsem strokovnih skupin in drugih sodelujočih organizacij),
- ocena nezgode in ocena posledic (navodila za delo strokovnih skupin),
- obveščanje (tuje in domače javnosti),
- razna navodila za uporabo točno določenih sredstev (komunikacijske, računalniške in druge opreme),
- vzdrževanje pripravljenosti.

Ti ukrepi se nanašajo le na organizacijo Uprave RS za jedrsko varnost (URSJV). Državni načrt za primer jedrske nesreče v NE Krško, ki ga izdeluje Uprava RS za zaščito in reševanje, nalaga vsem organizacijam, ki sodelujejo v tem načrtu, da se pripravijo za takšen dogodek. Uprava RS za jedrsko varnost je izdelala svoj interni načrt (t.j. NU). V ta namen je del ukrepov na URSJV namenjen tudi komuniciranju z drugimi organizacijami, ki sodelujejo med seboj v primeru izrednega dogodka v NE Krško (alarmiranje in aktiviranje osebja, obveščanje). Ker se je izkazalo v že izvedenih vajah, da je prav področje komunikacij izredno občutljivo, govori del načrtov ukrepov na URSJV tudi o vzdrževanju pripravljenosti (testiranje zvez, urjenje delavcev URSJV in strokovnih skupin). URSJV namreč služi kot povezovalna skupina, saj 26. člen Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, zavezuje upravitelca jedrskega objekta, da v primeru radiološke nevarnosti takoj obvesti URSJV, medtem ko za samo odločanje in izvajanje zaščitnih ukrepov v okolici jedrskih objektov URSJV ni zadolžena.

V primeru izrednega dogodka se delavci URSJV in vnaprej določeni zunanji strokovnjaki zberejo v prostorih URSJV. Razdelijo se v tri skupine.

- strokovna skupina za analizo nezgode,
- strokovna skupina za oceno doz,
- strokovna skupina za informiranje.

Strokovne skupine pridobivajo podatke iz mesta nastanka izrednega dogodka in iz zranih monitoringov (določenih z NU in opisanih v poglavju o računalniški opremi na URSJV). Skupine analizirajo izredni dogodek po svoji strokovni usposobljenosti in predlagajo direktorju URSJV morebitne zaščitne ukrepe. Direktor URSJV predlaga ukrepe Štabu za civilno zaščito RS. Strokovna skupina za informiranje pripravlja obvestila za Mednarodno agencijo za atomsko energijo - MAAE in sosednje države ter koordinira pripravo sporočil za javnost. Pri tem se za posamezne naloge opira na delo strokovnih skupin. Vsaka strokovna skupina ima svojega vodjo in določeno sestavo, v kateri člani opravljajo specifične naloge opredeljene z NU.

Skupina za analizo nezgode skuša s podatki iz NE Krško ali od drugod predvideti nadaljnji potek nezgode in morebitne posledice predvsem na elektrarno (njeno opremo). Na osnovi strokovnih

analiz izdeli in posreduje oceno verjetnosti in količino izpusta radioaktivnih snovi strokovni skupini za oceno doze in direktorju URSJV. Strokovna skupina za analizo nezgode je sestavljena iz treh izmen, vsako izmeno sestavljajo vodja in 4 člani. Po prejemu obvestila se je ekipa dolžna sestati na sedežu URSJV v 60 minutah in oddati prvo poročilo direktorju v 30 minutah.

Skupina za oceno doz na osnovi radioaktivnih izpustov (dejansko izmerjenih ali vnaprej ocenjenih), meteoroloških podatkov (sodelovanje z Hidrometeorološkim zavodom RS - HMZ) in s podatki NE Krško izračuna doze, ki bi jih prejeli prebivalci na ogroženem področju. Na osnovi izračunanih doz predlaga ukrepe za zaščito prebivalcev in okolja direktorju URSJV. Direktor obvesti Štab za civilno zaščito RS o predlaganih ukrepih. Skupino za oceno doz sestavljajo poleg vodje še 4 člani, katerih naloge so določene z ustreznimi navodili. Skupina se je dolžna po prejemu obvestila sestati v 60 minutah in oddati prvo poročilo direktorju v 30 minutah po formiranju skupine.

Strokovna skupina za informiranje je zadolžena za pripravo sporočil za javnost in državne organe v času, ko se Štab za civilno zaščito RS ne sestane ali se še ni sestel. Ko je razglašeno delovanje Štaba za civilno zaščito RS, strokovna skupina za informiranje posreduje informacije Štabu za civilno zaščito RS. Strokovna skupina za informiranje obvešča MAAE skladno z Konvencijo o zgodnjem obveščanju o jedrskih nesrečah. Strokovna skupina za informiranje usklajuje izjave za javnost v sodelovanju z NE Krško. V primerih različnih izrednih dogodkov je postopek priprave obvestil različen, vedno pa prilagojen klasifikaciji izrednih dogodkov, kot jih uporablja NE Krško. Strokovna skupina za informiranje skrbi tudi za distribucijo pisnih obvestil ostalih dveh strokovnih skupin. Informacije, ki krožijo po URSJV med strokovnimi skupinami, ter obvestila, namenjena tujim strokovnim organizacijam, so v predpisanem formatu, ki je določen z ustreznimi navodili.

6.3 NAČRT UKREPOV V PRIMERU IZREDNEGA DOGODKA V NE KRŠKO

6.3.1 Ažuriranje NUID in druge dokumentacije

V letu 1996 so v NE Krško na področju načrtovanja ukrepov v primeru izrednega dogodka:

- a) izdelali naslednje nove revizije dokumentov
 - NUID, Revizija 20,
 - Seznam za obveščanje, Revizija 5,
- b) izdelali nove dokumente
 - kompleti dokumentacije za ključne funkcije v NUID (35 kompletov),
 - dokončan komplet kontrolirane dokumentacije v tehničnem podpornem centru (TPC) in operativnem podpornem centru (OPC),
 - analizo zahtev zakonodaje s področja zaščite, reševanja in pomoči.

6.3.2 Prostori, oprema in sistemi za obvladovanje izrednega dogodka

Na področju prostorov, opreme in sistemov so v NE Krško v letu 1996:

- dokončali projekta preureditve TPC,
- uredili prostore OPC,
- zamenjali aktivno ogelje v sistemih ventilacije TPC in OPC,
- nabavili, namestili in zagotovili vzdrževanje dihalnih aparatov v glavni komandni sobi TPC in OPC,
- zagotovili prostor in osnovno opremo "zunanjega podpornega centra" (ZPC), ki se nahaja v Ljubljani,

- nabavili program COSYMA in sklenili dogovor z IJS za implementacijo programa,
- zamenjali računalnike ekološko-informacijskega sistema (EIS) v glavni komandni sobi TPC in OPC,
- vgradili brezprekinitveno napajanje v OPC,
- nabavili nov reševalni avtomobil.

6.3.3 Strokovno usposabljanje, urjenja in vaje

V letu 1996 so v NE Krško potekala predavanja v okviru:

- splošnega strokovnega usposabljanja za podizvajalce in za osebje, ki je zadolženo za varstvo pred požarom,
- dopolnilnega strokovnega usposabljanja za novo osebje v organizaciji NUID,
- stalnega strokovnega usposabljanja osebja z dovoljenjem za upravljanje z reaktorjem,
- specialističnega strokovnega usposabljanja iz ukrepanja ob evakuaciji za ekipo za evakuacijo in za varnostnike,
- strokovnega usposabljanja za zunanje podpore institucije iz ukrepanja v primeru (za poklicno gasilsko brigado Krško in za poklicne gasilce iz NEK).

Opraviljena so bila naslednja urjenja:

- aktiviranje organizacije za primer izrednega dogodka,
- evakuacija elektrarne in ugotavljanje prisotnosti,
- radiološki nadzor v elektrarni in okolju,
- gašenje požara - po programu protipožarne zaščite,
- obveščanje in komuniciranje.

V letu 1996 je bila načrtovana elektrarniška vaja NEK - 96, ki pa ni bila izvedena, ker je NE Krško prešla na dveletni cikel izvajanja vaj, zato je bila ta vaja predstavljena na 1997.

6.3.4 Zahteve upravnih organov

NE Krško je v zvezi z odločbami Uprave RS za jedrsko varnost in inšpektorata RS za varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami opravila:

- naročila pri Institutu Jožef Stefan analizo posledic resne nezgode s programom COSYMA,
- izdelavo revizije 20 Načrta ukrepov za primer izrednega dogodka, za katero je bilo pridobljeno strokovno mnenje,
- dogovor z Agrokombinomatom Krško o pristojnosti glede ukrepanja NE Krško v izključitvenem območju.

NE Krško je v letu 1996 na področju načrtovanja ukrepov v primeru izrednega dogodka začela z izdelavo:

- ocene ogroženosti NE Krško,
- načrta zaščite in reševanja NE Krško,
- razporeditve obveznikov CZ v NEK,
- ocene časa evakuacije.

6.4. EKOLOŠKI LABORATORIJ Z MOBILNO ENOTO IN INTERVENCIJE V LETU 1996

Za opravljanje določenih nalog s področja zaščite in reševanja in pomoči ob jedrski ali ekološki nesreči obstaja ekološki laboratorij z mobilno enoto (ELME), ki je kot specializirana enota civilne zaščite - oddelek za radiološko kemijsko biološko zaščito pri Štabu za civilno zaščito RS v stalni pripravljenosti.

V letu 1996 ekološki laboratorij ni imel "pravih" radioloških intervencij, opravil pa je številne meritve in analize:

- kontrolo vagonov na skladišču DINOS d.d., Ljubljana,
- analize podtalnic in gradbenih materialov,
- analize raznih izdelkov (predvsem hrane) pri uvozu in izvozu iz naše države.

Med posebne dejavnosti ELME s tega področja lahko štejemo tudi inventarizacijo in prepakiranje radioaktivnih odpadkov v Zavrztu, meritve hitrosti doze z ionizacijsko celico iz helikopterja v sodelovanju z Ministrstvom za obrambo in organizacijo mednarodne delavnice mobilnih enot srednje Evrope na Bledu v oktobru 1996. Na primerjalnih meritvah je sodelovalo 15 ekip iz 9 držav.

6.5. MEDNARODNA VAJA

Agencija za jedrsko energijo pri Organizaciji za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD/Nuclear Energy Agency) je zasnovala cikel vaj za preizkus pripravljenosti ob izrednem dogodku. Ta cikel se imenuje "INEX-2" in predstavlja nadaljevanje vaje "INEX-1", vendar na drugačnih osnovah. Vaja "INEX-1" je potekala spomladi in zgodaj poleti leta 1993 kot štabna vaja (tabletop exercise) za države iz OECD in nekatere vabljene države (Romunija, Ukrajina). Vodstvo vaje je pripravilo scenarij na izmišljenem zemljevidu in obiskalo vse države, ki so hotele sodelovati, tako da so se skupaj z vadbenci zbrali na enem mestu, kjer so preigrali scenarij v določenem času. Vaje iz ciklusa "INEX-2" pa imajo popolnoma drugačen koncept: za izhodišče so vzeli vajo, ki se dogaja v povsem realni jedrski elektrarni v realni državi in v realnem času.

Prva vaja iz ciklusa "INEX-2" je bila švicarska državna vaja, ki se je dogajala 7.11.1996 v švicarski jedrski elektrarni Leibstadt z vrelvodnim reaktorjem izhodne električne moči 1030 MW. Vaja je potekala na državnem (švicarskem) nivoju in na mednarodnem nivoju, ki sta bila med seboj komunikacijsko ločena. Namen vaje v mednarodnem merilu je bil preizkus odziva sosednjih ali bolj oddaljenih držav v primeru jedrske nesreče, in sicer:

- uporaba komunikacijskih sredstev, kot je določeno z mednarodno Konvencijo o zgodnjem obveščanju v primeru jedrske nezgode,

- odločanje v primeru nepopolne informacije o statusu jedrske elektrarne in uporabo mednarodnih virov za napoved razvoja situacije,

- informiranje javnosti.

Kratek opis scenarija vaje: ob 6.15 eksplozija in požar v turbinskem delu elektrarne. Zaradi poškodbe parovoda izhaja para iz hladilnega sistema. Reaktor je varno ustavljen. Vpliv na okolico je zanemarljiv, ocenjena je doza v okolici 8 nSv (kar je zanemarljivo, povprečna vrednost naravnega ozadja je okoli 100 nSv/h). Požar v turbinski zgradbi je bil pogašen ob 11.30 uri, zasledili pa so povečano temperaturo oglenih filtrov na izpustu iz turbinske zgradbe. Požar je zajel ogljene filtre. Minimalni drugi izpust ocenjen na 16 Ci. V okolici elektrarne se stalno izvajajo meritve. Ni bilo potrebno izvajati zaščitnih ukrepov na prebivalstvu. Nezgoda obvladana. Konec vaje ob 19.10.

V Sloveniji sta se vključili v vajo URSJV in URSZR, v tok komunikacij pa je bil vključen tudi Center za obveščanje RS. Deloval je Štab za civilno zaščito RS in Regijski štab za civilno zaščito Krško, dobro pa je bilo tudi sodelovanje s Hidrometeorološkim zavodom RS. V URSJV so bile sklicane vse tri strokovne skupine. Kljub pomanjkanju relevantnih informacij o poteku nezgode so strokovne skupine opravljale svoje analize in o tem poročale. Potekala je tudi izmenjava informacij s sosednjimi državami. Dejavnost kot n.pr. pritisk javnosti in sodelovanje z mediji so bile simulirane s pomočjo službe za stike z javnostjo NE Krško.

Informacije o nesreči iz tujine so prihajale preko Mednarodne agencije za atomsko energijo (sistem EMERCON), tako kot to predpisuje Konvencija o zgodnjem obveščanju v primeru jedrske

nesreče, na obe kontaktni točki (Upravo RS za jedrsko varnost in Center za obveščanje RS). V Švici je delovala tudi simulirana tiskovna agencija, ki je svoja sporočila pošiljala na telefaks in na elektronsko pošto Uprave RS za jedrsko varnost, ki so bile posredovane ostalim udeležencem vaje. Določene informacije o vaji pa so bile dosegljive tudi na teletestu satelitskih programov Euronews in 3sat.

V vaji je bilo preizkušeno: delovanje Mednarodne agencije za atomsko energijo ob jedrski nesreči, zveze med različnimi organi v Sloveniji, odločanje, priprava obvestil za javnost, izračunavanje doz, ocena situacije v tuji jedrski elektrarni, obveščanje skladno z bilateralnimi sporazumi.

URSJV je analizirala svoje delovanje med vajo INEX-2-CH. Glavne ugotovitve so naslednje:

1. Vsi načrti za ukrepe v primeru nezgode dobro pokrivajo primer nezgode v NE Krško, niso pa zadostni za ukrepanje ob nezgodi v tujini, ki ima vpliv na Slovenijo.
2. Načrt ukrepov URSJV, ki je sicer delno še vedno v fazi revizije 0 ali osnutka ni bil zadovoljivo ali v celoti ažuriran glede na spremembe, ki so se zgodile v zadnjega pol leta.
3. Sodelovanje med URSJV in Štabom civilne zaščite RS je treba izboljšati. Način komuniciranja bi morali opredeliti v državnem načrtu. Nekdo v Štabu za civilno zaščito RS bi moral biti v času vaje zadolžen za stike z URSJV.
4. Uporaba postopkov iz Načrta ukrepov URSJV je bila slaba. Vaja pa je kljub temu pripomogla, da so se ažurirali glavni postopki.
5. Komunikacijska sredstva so bila preizkušena in so dobro prestala ta test. Problem je nastal samo z elektronsko pošto, ker je propustnost strežnika elektronske pošte na Centru Vlade za informatiko premajhna in so zaradi tega sporočila kasnila.
6. Prostori za delo strokovnih skupin in vodstva vaje so neprimerni, kar otežuje delo. V primeru izpada električnega napajanja ni zasile razsvetljave.
7. Kroženje in distribuiranje informacij in ocen strokovnih skupin znotraj URSJV je treba optimizirati.
8. Uskladiti je treba čase, ki se pojavljajo na elektronski pošti in telefaksu. Razmisliti je treba, kateri čas se bo uporabljal pri takih mednarodnih vajah UTC ali lokalni ali obo. Ves monitoring bi moral teči v UTC in bi moral biti tudi tako označen.
9. Strokovne skupine bi se morale večkrat sestajati. Namen bi bil optimiziranje postopkov za delo skupin, usposabljanje članov, optimiziranje organizacije ter opreme in sredstev za delo.

7. POOBLAŠČENE ORGANIZACIJE

Na podlagi 14. člena zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Ur.l. SRS št. 28/80) je Republiški komite za energetiko, industrijo in gradbeništvo oz. Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost kot pravni naslednik pooblastila z odločbo strokovne in raziskovalne organizacije, da se v okvirju svojih dejavnosti in usposobljenosti pooblašča za opravljanje določenih nalog s področja jedrske in radiološke varnosti na območju R Slovenije.

Pogoji in roki delovanja pooblaščenih organizacij so podani v pravilniku o načinu in rokih, v katerih so strokovne organizacije združenega dela in naloge s področja jedrske varnosti in organizacije združenega dela, ki upravljajo z jedrskimi objekti in

napravami, dolžne voditi evidenco, poročati Republiškemu energetskemu inšpektoratu ter o načinu medsebojnega informiranja (Ur.l. SRS, št. 12/81).

7.1 INŠTITUT ZA METALNE KONSTRUKCIJE

Dejavnosti, za katere je Inštitut za metalne konstrukcije IMK, Ljubljana, pooblaščen:

- dejavnosti za zagotavljanje kvalitete,
- izvajanje meritev in preverjanje kvalitete ter funkcionalnosti delovanja, vključno s preiskavami brez porušitve in zagotovitve kakovosti nosilnih kovinskih konstrukcij, nosilnih kovinskih delov, tlačnih cevovodov in posod med graditvijo, poskusnim obratovanjem in obratovanjem jedrskih objektov in naprav.

Kot pooblaščen organizacija je IMK sodeloval pri nadzoru nad varilskimi deli ter ostalimi vzdrževalnimi deli na reaktorski posodi, uparjalnikih, primarnih in sekundarnih cevovodih, toplotnih izmenjevalnikih, hidromehanski opremi, dviznih napravah ter obešalih v NE Krško med obratovanjem in ob remontu 1996.

V okviru PHARE programa je IMK nadaljeval strokovno sodelovanje s centralnim laboratorijem italijanskega elektrogospodarstva ENEL iz Piacenze. Pet strokovnjakov se je tam usposabljal na področju kontrole materiala z vrtničnimi tokovi (Eddy Current). En sodelavec se je udeležil seminarja "Osnove tehnologije jedrskih elektrarn - sistemi in obratovanje", ki ga je organiziral izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča. Isti sodelavec se je udeležil tudi strokovnega posvetovanja Društva jedrskih strokovnjakov Slovenije "Nuklearna Energija v centralni Evropi", ki je bilo v Portorožu od 16. do 19. septembra.

V letu 1996 je IMK dopolnjeval svoj program zagotavljanja kakovosti; bilo je izdelanih 12 novih delovnih postopkov.

7.2. INSTITUT ZAVARILSTVO

Institut za varilstvo, Ljubljana je pooblaščen za sledeča opravila, povezana z jedrsko varnostjo:

- opravila v zvezi z zagotavljanjem kvalitete varilskih del,
- nadzor kvalitete izvajanja varilskih del,
- presojanje usposobljenosti varilcev, ustreznosti opreme in naprav,
- presojanje varilno-tehniških zasnov varjenih konstrukcij, projektov in statike,
- preiskave zvarnih spojev, vključno preiskave brez porušitve,
- svetovanje pri uporabi varilskih tehnologij pri novogradnjah in vzdrževalnih delih.

Med remontom '96 je ZAVAR nadzirala varilska dela, ki jih lahko razdelimo na pet osnovnih področij:

- modifikacije,
- zamenjava izrabljenih ventilov ali drugih armatur,
- reparaturna varjenja poškodovanih elementov,
- zamenjava izrabljenih cevni elementov in posod
- popravila na turbini.

Glede na to, da je bil remont v lanskem letu precej daljši od običajnih, saj je trajal 65 dni, se je temu primerno povečal tudi obseg varilskih del. To se je še posebej poznalo pri generalnem remontu turbine, kjer so izvedli reparaturna varjenja, tako na statorskih kakor tudi rotorskih lopaticah ter na obsegu izvedenih modifikacij.

ZAVAR opaža, da je kvaliteta izvedenih del na visokem nivoju. Dela opravljajo ljudje, ki so za to usposobljeni in to dokazujejo z ustreznimi certifikati. Na prvem mestu ZAVAR poudarja usposobljenost varilcev ter kontrolorjev NEK, ki neposredno

nadzirajo izvedena dela. Pri samem nadzoru ni ZAVAR ugotovil nobenih odstopanj, ki bi lahko vplivala na varno delovanje kateregakoli sistema, je pa v svoji strokovni oceni št. 188/E-96 predložil več priporočil, kako lahko NEK še dodatno izboljša svoje delo.

ZAVAR meni, da je izobraževanje njegovega osebja, ki izvaja nadzor v NE, zelo pomembno. Tako je v lanskem letu izobrazil enega varilnega inženirja skladno z zahtevami Evropske varilske federacije (EWF).

7.3. INŠTITUT ZA KOVINSKE MATERIALE IN TEHNOLOGIJE

Inštitut za kovinske materiale in tehnologije (IMT) je pooblaščen organizacija po odločbi št. 318-13/94-6906/AS Ministrstva za okolje in prostor - Republiške uprave za jedrsko varnost z 18.11.1994, za opravljanje naslednjih strokovnih dejavnosti v zvezi z gradnjo, poskusnim obratovanjem, zagonom in obratovanjem jedrskih objektov:

- preverjanje in zagotavljanje kakovosti kovinskih materialov na osnovi kemijskih, mehanskih, mikrostrukturnih in korozijskih preiskav,
- zagotavljanje kakovosti in ustreznosti uporabe kovinskih materialov za dele kovinskih konstrukcij, cevovodov in tlačnih posod.

V letu 1996 je dejavnost Inštituta za kovinske materiale in tehnologijo obsegala naslednje:

V okviru Elektroinštituta Milan Vidmar je v letu 1996 sodeloval pri rednih remontnih delih med zaustavitvijo elektrarne JE Krško zaradi menjave goriva. Dejavnost je obsegala:

- kontrolo čiščenja in vrednotenja poškodb reaktorskih vijakov in vijakov tlačnika
- spremljanje in kontrola erozijsko-korozijskih procesov
- kontrolo celotnega ISI programa v primarnem delu (razen reaktorske posode)
- nadzor meritev ECT na uparjalnikih SG1 in SG2

Dejavnosti, ki so bile opravljene neposredno za naročnika JE Krško:

- spremljanje in kontrola erozijsko-korozijskih procesov in
- periodični pregled tlačnih posod

7.4. ELEKTROINŠTITUT "MILAN VIDMAR"

Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV), Ljubljana je pooblaščen organizacija za opravljanje naslednjih strokovnih dejavnosti v zvezi z gradnjo, poskusnim obratovanjem, zagonom in obratovanjem jedrskih objektov:

- dejavnosti za zagotavljanje kakovosti, izvajanje električnih meritev na napravah, napeljavah in postrojih nizke in visoke napetosti tekom izgradnje, poskusnega obratovanja in obratovanja jedrskih objektov,
- preverjanje funkcionalnosti, zanesljivosti in kakovosti sistemov za vodenje, regulacijo in avtomatiko jedrskih naprav,
- usposabljanje strokovnih kadrov za dela iz prejšnjih dveh alinej,
- izvajanje garancijskih meritev in preverjanje projektno predvidenih tehnoloških parametrov.

Dejavnosti Elektroinštituta "Milan Vidmar" povezane z jedrsko varnostjo so v letu 1996 obsegale:

a) Redni letni remont in zamenjava goriva

V času zamenjave jedrskega goriva so se opravili glavni letni

pregledi na jedrskih in ostalih napravah v Nuklearni elektrarni Krško. EIMV je izvajal vsa potrebna merjenja in kontrole na določenih električnih napravah s svojimi merilnimi instrumenti ter spremljal potek revizij in pregledov na električnih, regulacijskih in krmlilnih napravah. EIMV je vodil koordinacijo vseh pooblaščenih inštitutov in na podlagi delnih poročil izdelal "Zbirno strokovno oceno remonta in menjave goriva 1996 v NE Krško".

b) Udeležba na seminarjih

- Udeležba na seminarju "Source term determination and emergency planning", ki ga je organizirala Mednarodna agencija za atomsko energijo skupno z Institutom "Jožef Stefan" od 30.09. do 04.10.1996 v Ljubljani na Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo "Milana Čopića".

- Udeležba na tretjem regijskem posvetovanju "Nuclear energy in Central Europe" v Portorožu od 16. do 19.09.1996.

- Udeležba na sestankih delovne skupine za zagotavljanje kakovosti v sklopu organizacije FORATOM-a. (Forum Atomique Europeen).

- Udeležba na delavnici "European Nuclear Quality Management" v Moskvi od 03. do 07.06.1996.

- Udeležba na vaji INEX-2-CH (07.11.1996), ki je preskusila delovanje komunikacij in uporabo državnega načrta za primer jedrske nesreče v tujini.

c) Študijske naloge v zvezi z jedrsko energijo

- Naloga "Commercial Grade Dedication System" podaja pregled organizacij v R Sloveniji, ki so sposobne izvajati storitve in preskušanja s povečanimi zahtevami glede kakovosti serijskih proizvodov za vgradnjo v sisteme nuklearne elektrarne.

- Naloga "Zanesljivost obratovanja NE Krško v različnih stanjih EES" v začetnem delu podrobno analizira dogajanje v EES Slovenije med havarijo dne 30.03.1995, ki je bila tudi neposredni povod za tako zastavljeno nalogo. Iz nje sledi, da je imel neugoden (neselektiven) razplet havarije povsem fizikalno ozadje, izvirajoče iz n-2 narave defekta dinamike same NE Krško in običajnega sistema nastavitve distančne zaščite. V nadaljevanju naloge so podani rezultati široke analize zadostnosti rezerve EES v smislu merila izpadov n-1. Ob tem poleg sedanjega obratovalnega stanja EES naloga obravnava še vpliv vključitve RTP Krško, vpliv morebitne izgradnje DV 2x400kV Krško Beričevo in vpliv vključevanja še drugih EES iz področja Balkana. Iz modelskih raziskav obratovanja in stabilnosti EES, ter predvsem same NE Krško, so v zaključku konkretni predlogi ukrepov z oceno zanesljivosti obratovanja EES v omenjenih stanjih.

- Naloga "Analiza delovanja in nastavitve zaščit ter regulacij NE Krško v prehodnih stanjih omrežja" v začetnem delu podaja pregled opreme, meritev in zaščit v električnih sistemih NE Krško. V nadaljevanju naloge je podan dinamični simulacijski model zunanjega EES s podrobnejšim modelom same NEK in njenega sistema lastna rabe z motorskimi bremenami. Najvažnejši del študije obsega analizo obstoječih zaščit NE Krško z idejno rešitvijo potencialne nadgradnje zaščitnega sistema za ugotavljanje neustreznosti zunanjega EES. V nadaljevanju je analiziran še vpliv motenj v zunanjem EES na obstoječe zaščitne in regulacijske sisteme NEK. V zaključku naloge je predlagana uskladitev in dopolnitev nekaterih zaščitnih funkcij NEK ter prikazana možnost nadgradnje obstoječega regulacijskega sistema transformatorjev za funkcijo regulacije proizvedene jalove moči.

- Izdelava postopkov za zagotavljanje kakovosti, potrebnih za evalvacijo ponudnikov, potencialnih izvajalcev in dobaviteljev storitev in opreme za nuklearno elektrarno.

- Sodelovanje pri izdelavi študijske naloge "Comparative analysis of vendor audit procedures of Nuclear Plant operators in Western and Eastern Europe", ki jo je financirala Evropska skupnost v okviru DG XI WGCS po pogodbi št. COSUI 0105B.

- Sodelovanje pri periodičnih preskusih znanja in usposobljenosti operaterjev v NE Krško s področja električnih sistemov elektrarne.

7.5. FAKULTETA ZA STROJNIŠTVO

Fakulteta za strojništvo, Ljubljana je pooblaščen organizacija za:

- dejavnosti na preverjanju ter zagotavljanju kakovosti strojne opreme jedrskih naprav in objektov med proizvodnjo, montažo, predpogonskimi preizkusi, poskusnim obratovanjem in obratovanjem objekta,
- preizkušanje, meritve in ugotavljanje funkcionalnosti sistemov merjenja, regulacije in upravljanja strojne opreme v jedrskem objektu,
- izvajanje meritev, kontrolo kakovosti in ugotavljanje funkcionalnosti prezračevalnih sistemov in sistemov za ogrevanje, hlajenje ter klimatizacijo v jedrskem objektu,
- izvajanje meritev, preizkušanje in ugotavljanje funkcionalnosti strojnih naprav, sistemov za napajanje jedrskega objekta v sili,
- izvajanje garancijskih meritev na strojni opremi,
- izobraževanje in usposabljanje strokovnih kadrov.

V letu 1996 je v okviru Elektroinštituta Milan Vidmar sodelovala od 17.05.1996 do 17.07.1996 pri rednih letnih remontnih delih v Nuklearni elektrarni Krško. Njena dejavnost je obsegala parno turbino s spremljajočimi sistemi ter pomožno parno turbino. Po opravljenih delih je Fakulteta za strojništvo izdala strokovno oceno št.: 03-31/3-96/MT.

7.6. INŽENIRSKI BIRO "ELEKTROPROJEKT" - IBE

Dejavnosti, za katere je IBE pooblaščen (po odločbi Republiškega komiteja za energetiko, industrijo in gradbeništvo, z dne 8.12.1980), (Ur.l. SRS 32/1980):

- izdelavo investicijske in tehnične dokumentacije za jedrske objekte,
- organizacijo izgradnje jedrskih objektov in naprav ter nadzor med gradnjo, predobratovnih preizkusih in poskusnem obratovanju, vključno z organizacijo zagotovitve - kvalitete jedrskih objektov in naprav med izgradnjo,
- kontrolo investicijske in tehnične dokumentacije za jedrske objekte in naprave,
- izdelavo zazidalnih načrtov in lokacije dokumentacije.

Naloge opravljene v letu 1996 z navedeno problematiko:

NE Krško

- Zmanjševanja volumna tekočih radioaktivnih odpadkov s sušenjem

(In Drum Drying System)

Izdelan je bil projekt za izvedbo (elektro in I&C del v NE Krško) za redukcijo volumna borove kisline (Evaporator Bottom oz. Concentrate) in odpadnih smol (Spent Resin). Izdelani so bili tudi izvedbeni projekti (Detailed Design Modification Package) za priključitev sistema na MW, IA, CA in VA (HVAC) sistem. IBE je prevzel celotni inženiring za dobavo in montažo opreme ter zagon sistema. Z vpeljavo nove tehnologije se bo možnost zmanjševanja nastajajočih tekočih odpadkov, v primerjavi s sedanjim postopkom, bistveno povečala.

- Modifikacija pomožnega dvigala v RB

V remontu 96 je bilo v reaktorsko zgradbo vgrajeno in testirano pomožno dvigalo nosilnosti 5 t.

- Modifikacija predmazanja diesel motorjev

Dokončan je bil paket za predmazanje ležajev glavne gredi dizel agregatov. S to modifikacijo se zmanjšuje do sedaj prekomerna obraba ležajev glavne gredi dizel motorjev.

- Modifikacija na sistemu za vzorčenje kondenzata

S to modifikacijo bodo zamenjane dosedanje črpalke za vzorčenje kondenzata z novimi - centrifugalnimi. Ponovno se bodo inštalirale

linije za vodenje vzorcev v laboratorij v turbinski stavbi. V laboratoriju bodo vzorci iz kondenzatorja vodeni na natrij analizator, rezultati meritve pa bodo vezani na PIS (Plant Information System). S to modifikacijo se bodo odpravile dosedanje težave s tem sistemom.

- Projekti gradbenih modifikacij

Izdelani so bili projekti modifikacij za:

- podeste v RB na koti 96.00,
- podeste v RB pri akumulatorju A,
- rekonstrukcije v prostorih tehničnega podpornega centra ter
- rekonstrukcije objekta vstopa v kontrolirano področje.

Izdelava projektov za izvedbo za modifikacije električnega dela diesel generatorja

- V elektro delu projekta za izvedbo je bila obdelana priključitev štirih dodatnih AC črpalk mazalnega olja.

- V projektu za izvedbo je bila obdelana preureditev alarma diesel generatorja. Uveden je bil nov "Trip Alarm" kot posledica delovanja "Lock out" releja.

- V projektu za izvedbo je bila odpravljena napaka iz originalnega projekta, ko je nizek nivo vode v vodnem tanku enega dieselskega stroja povzročal alarm za nizek nivo vode za dieselske stroja A in B.

- Priprava podatkov za PC CKS program

Priprava in vpis podatkov o dodatno položenih kablji v bazo programa PC CKS, nabavljenega v NEK. Program bo namenjen nadzoru nad položenimi kablji v NEK, zasedenosti kabelskih polic ipd. Dopolnjevanje baze programa se bo nadaljevalo v letu 1997.

- Izboljšava projekta tesnilne vode za RC črpalke

Na podlagi tega projekta bo zagotovljen zapis vrednosti pretoka tesnilne vode skozi tesnilo št. 2 na črpalkah RCP1 in RCP2. Projekt bo izveden ob naslednjem remontu.

- Projekt procesno informacijskega sistema (PIS)

Izdelava projektov za priključevanje procesnih signalov na PIS faza II (Volume 3, 5, 7).

Izvedene so bile še druge manjše modifikacije.

Rudnik Žirovski Vrh

Izdelana je bila tehnična dokumentacija (PGD, PZI in PZR) za demontažo opreme, temeljev in instalacij v objektih, in to za silosa drobljene rude, glavni predelovalni obrat, objekt solventne ekstrakcije ter za začasno deponijo hidrometalurške jalovine.

Radioaktivni odpadki

- Dolgoročni časovni načrt Agencije RAO (Naročnik: ARAO)

V študiji so predstavljeni dejavniki s področja ravnanja z radioaktivnimi odpadki, podana ocena stanja za te dejavnike ter predlagane nadaljnje dejavnosti. Na podlagi teh dejavnosti je izdelan osnutek dolgoročnega plana dejavnosti Agencije za radioaktivne odpadke.

- Problematika dolgoživih NSRAO (Naročnik: ARAO)

Izdelana je bila definicija dolgoživih nizko- in sredneradioaktivnih odpadkov ter vzpostavljena zasnova evidence teh odpadkov pri nas. V popisu so bili zajeti vsi viri, ki so kot odpadki že uskladiščeni ter viri, ki niso več v rabi in bi jih bilo potrebno ustrezno uskladiščiti. Obenem so bili evidentirani tudi viri z dolgoživimi izotopi, ki so v uporabi in ki po koncu uporabe ne bodo vrnjeni izdelovalcu v tujino, ter izdelana ocena predvidenih virov z dolgoživimi izotopi. Za najznačilnejše dolgožive izotope, ki jih odpadki vsebujejo ter njihove potence, so bile analizirane fizikalne in kemične lastnosti, ki vplivajo na obremenjevanje okolice pri ravnanju, predvsem pa v primeru odlaganja. V študiji je posebna pozornost namenjena možnosti odlaganja teh odpadkov. Merila varnega odlaganja za nekaj značilnih geoloških pogojev pri nas so bili opredeljeni s pomočjo zasnove varnostne ocene oziroma ocene lastnosti odlagališča. Upoštevala je bila podana ocena možnosti odlaganja dolgoživih nizko- in sredneradioaktivnih odpadkov pri nas.

Zagotovitev kakovosti

Družba IBE d.d., svetovanje, projektiranje in inženiring je 12. junija 1996 po uspešno opravljeni certifikacijski presoji, ki so jo opravili sodelavci certifikacijskega organa BVQI iz Ljubljane, izpolnila vse pogoje za pridobitev certifikata ISO 9001.

Področje dejavnosti, za katero velja certifikat ISO 9001 je: svetovanje, projektiranje in inženiring na področjih energetike, industrije, infrastrukture in varstva okolja.

IBE pri izvajanju projektantskih, svetovalnih in inženirskih storitev za NEK, RŽV in Agencijo za radioaktivne odpadke upošteva določila IBE PROGRAM ZA ZAGOTOVITEV KAKOVOSTI tako, da kakovost storitev ustreza standardom in zahtevam predpisanimi z IAEA in domačo zakonodajo.

Vsa dokumentacija za NEK je bila v l. 1996 izdelana tudi po podrobnejših postopkih predloženih s strani NEK, v katerih so navedene specifične zahteve in navodila za izdelavo projektne dokumentacije. Izdelana dokumentacija po teh postopkih ni identična z običajno prakso v IBE, ker upošteva NEK organizacijo inženiring dejavnost ter sistem kontrole, dokumentacije in arhiviranja.

Skladno z IBE PROGRAM ZA ZAGOTOVITEV KAKOVOSTI in postopki NEK je služba za zagotovitev kakovosti v IBE izvajala kontrolo kakovosti vseh tekočih projektov za modifikacijo sistemov v NEK.

7.7. INŠTITUT ZA ENERGETIKO IN VARSTVO OKOLJA - EKONERG

EKONERG (Institut za energetiko i zaščitu okoliša d.o.o. - Zagreb) je v okviru svojih dejavnosti in usposobljenosti pooblaščen za opravljanje nalog za:

- dejavnosti na preverjanju ter zagotavljanju kakovosti strojne opreme jedrskih naprav in objektov med proizvodnjo, montažo, predpogonskimi preizkusi, poskusnim obratovanjem in obratovanjem objekta,
- izvajanje garancijskih meritev na strojni opremi,
- kontrola začetnega stanja opreme, ki je posebno pomembna za varnost jedrskega objekta in njena periodična kontrola med obratovanjem.

Nadzor nad kakovostjo remontnih del v NE Krško iz področja strojne opreme ter izdelava strokovne ocene o kakovosti remontnih del v remontu in menjavi goriva na koncu 12. gorivnega cikla:

- nadzor nad rotacijsko strojno opremo, ventili in opremo prezračevanja in klimatizacije, ki so predmet tehničnih specifikacij, ter nad velikimi komponentami: turbino velikimi črpalkami
- pregled in neodvisna ocena dveh modifikacijskih paketov, ki so bili predlagani v strokovnih ocenah remonta v preteklih letih: predmazanje ležajev dieselskega motorja v dieselskem generatorju in vgraditev duplex filtra v hladilni sistem dieselske protipožarne črpalke
- strokovna ocena je bila izdelana na osnovi pregleda delovnih nalogov, direktnega vizualnega pregleda ter prisotnosti pri dejavnostih izvajalcev del, osebnih stikov z izvajalci ter sodelovanjem s službo vzdrževanja in službo kakovosti NE Krško.

Poleg navedenih dejavnosti izvedenih v pripravi in v toku remonta in po njem v NE Krško, se je osebje EKONERG neprekinjeno izpopolnjevalo na področju jedrske varnosti oziroma z dejavnostmi v obsegu svojih pooblastil in, to preko:

- dopolnilnega izobraževanja in specializacije,
- sodelovanja na simpozijih, seminarjih in predavanjih s področja jedrske varnosti in zagotavljanja kakovosti,

- sodelovanja v misljah MAAE pri projektih v republiki Hrvaški,
- spremljanja strokovne domače in tuje literature s področja jedrske varnosti in zagotavljanja kakovosti,
- delo pri preverjanju, nadzoru in zagotavljanju kakovosti na konvencionalnih energetskih objektih.

7.8. INŠTITUT "JOŽEF STEFAN"

Institut "Jožef Stefan" (IJS), Ljubljana je na območju R Slovenije pooblaščen za opravljanje naslednjih nalog:

- analize pojavov na lokaciji jedrskega objekta,
- ocene izsledkov raziskav za lokacijo jedrskih objektov,
- analize neugodnih pojavov v jedrskem objektu,
- preverjanje funkcionalnega delovanja sistemov za varnost v jedrskem objektu in varovalnih sistemov,
- preizkušanje, meritve in preverjanje funkcionalnosti jedrske inštrumentacije, inštrumentacije v sredici reaktorja in radiološke inštrumentacije ter sistema za regulacijo reaktorja,
- nostrifikacijo in oceno varnostnega poročila,
- preverjanje preizkusov sistemov za varnost med poskusnim obratovanjem,
- pripravo in izvajanje v primeru jedrskih nezgod na področju varstva pred sevanji, označevanja radioaktivnega onesnaževanja in čiščenja onesnaževanja ter oceno ogroženosti okolice pri nezgodah,
- strokovno usposabljanje delavcev iz osnov reaktorske tehnologije, opisov sistemov jedrske elektrarne ter varstva pred ionizirajočimi sevanji,
- za opravljanje dejavnosti s področja varstva pred ionizirajočimi sevanji navedenimi v Zakonu o varstvu pred IO sevanji,
- za izvajanje sistematičnega preiskovanja kontaminacije živil in okolja, z radioaktivnimi snovmi za področje dozimetrije pri varstvu pri delu
- za kalibracijo in umerjanje inštrumentov za merjenje radioaktivnega sevanja (merilniki doznih hitrosti in doz)

V letu 1996 je dejavnost IJS obsegala naslednje:

ODSEK ZA REAKTORSKO TEHNIKO (R-4)

Raziskovalna dejavnost

Naročnik: Ministrstvo za znanost in tehnologijo (MZT)

Na področju TERMOHIDRODINAMIČNIH VARNOSTNIH ANALIZ so potekale raziskave vezane na eksperimentalno napravo "BETHSY" v Grenobleu (Francija). Izpopolnjen je bil matematični model za Test 6.9c: "Midloop Operation" (OECD ISP-38), ki ponazarja prehodni pojav pri znižanem tlaku in nizkem nivoju hladila ter odpovedi sistema za odvajanje zaostale toplote. Test 9.1b (OECD ISP-27), ki predstavlja dvopalčni zlom na hladni veji z nerazpoložljivim sistemom za visokotlačno varnostno vbrzgovanje in z zakasnelim posegom operatorja, je bil temelj za raziskave prenosa rezultatov s pomanjšane eksperimentalne naprave na pravo elektrarno. Geometrija, začetni in robni pogoji so bili z eksperimentalne naprave, s podobnostnimi kriteriji preslikani na dejansko jedrsko elektrarno. V okviru raziskav negotovosti rezultatov simulacij prehodnih pojavov je bila razvita metoda za kvantitativno ocenjevanje podobnosti med simuliranimi scenariji nezgod na osnovi identifikacije in razvrščanja osnovnih pojavov. Nova numerična shema drugega reda natančnosti razvita za reševanje šestenačbnega modela dvofaznega toka, je bila preizkušena s simulacijo eksperimentov kot sta: kritični pretok in vodni udar. Razvita je bila tudi trirazsežna Lagrangeova simulacija nasičenega mehurčkastega vrenja v navpičnem kanalu.

Na področju VERJETNOSTNIH VARNOSTNIH ANALIZ so raziskave obsegale optimizacijo obratovalnih omejitev jedrske

elektrarne. Rezultati kažejo, da je na osnovi kvantitativnih meril za oceno tveganja z optimizacijo pogostosti nadzornega preizkušanja in z optimizacijo dovoljenih časov izven obratovanja možno izboljšati varnost elektrarne in razpoložljivost njenih sistemov. Pomembna novost so raziskave možnosti, ki jih nudi objektivno usmerjeno modeliranje za povečevanje varnosti, posebej v zgodnjih fazah življenjskega ciklusa novih sistemov.

V področje TRDNOSTNIH VARNOSTNIH ANALIZ sodijo izpopolnjeni računalniški modeli, ki popisujejo nastajanje in napredovanje različnih vrst poškodb cevi uparjalnikov. Zasnova in izvedba simulacij temeljita na verjetnostnem pristopu in upoštevata tudi kvaliteto neporušnih pregledov in popravila poškodovanih cevi. Glavni rezultat je npr. verjetnost, da bo določeno število cevi v uparjalniku odpovedalo.

Na področju raziskav POVEZAV ČLOVEK-STROJ je bilo nadaljevano delo na razvoju Analizatorja prehodnih stanj NEK: programskega orodja, s katerim je mogoče simulirati prehodna stanja in nezgode v jedrskih elektrarnah. Za računanje uporabljamo termohidravlični program RELAP5, za katerega smo razvili vhodni model NEK. Analizator nam omogoča izvajanje interaktivnih ukazov, kot so odpiranje in zapiranje ventilov, zagon in ustavitev črpalk, ustavitev reaktorja, ter izbiro zloma na določenih mestih. Nabor prehodnih pojavov in nezgod je omejen. Pri stacionarnem stanju poteka simulacija v realnem času. Prav tako smo pričeli s projektom izdelave algoritma za določevanje in napoved vrste nezgodnega stanja jedrske elektrarne. Naloga algoritma je, da analizira prispele podatke, izvrši različne preračune in poda lastno mnenje o stanju opazovanega sistema. Za določevanje in napoved oblike nezgodnega stanja jedrske elektrarne smo uporabili metode identifikacije dinamičnih sistemov.

Za ANALIZE TEŽKIH JEDRSKIH NESREČ s programom MELCOR je bil izbran primer pojavov med veliko izlivno nezgodo, če popolnoma odpovedo varnostni sistemi za zasilno hlajenje sredice. Napovedani so bili taljenje in prerazporeditve sredice, odpoved spodnjega plenuma, iztok staljene sredice v votlino ter odpoved zadrževalnega hrama vsled naraščanja tlaka. Pri modeliranju osnovnih pojavov se podrobno raziskujejo termohidravlični procesi pri parnih eksplozijah in izpopolnjuje računalniški program za napovedovanje poteka razpršitve taline med prvo fazo parne eksplozije. Program temelji na verjetnostnih enačbah večfaznega toka ter vsako fazo (talino, vodo, paro in zrak) obravnava posebej s svojim sistemom enačb.

Naročnik: Nuklearna Elektrarna Krško (NEK)

Rezultati raziskav na področju TRDNOSTNIH VARNOSTNIH ANALIZ ter sprotne spremljanje stanja poškodovanosti uparjalnikov NEK so združeni v podporo odločanja pri njihovem vzdrževanju. Osnovna ideja je preprosta: najboljše je tisto vzdrževanje, ki minimizira verjetnost odpovedi cevi.

Naročnik: Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV)

Na področju ANALIZ TEŽKIH JEDRSKIH NESREČ so v ospredju raziskave posledic take nesreče s pomočjo računalniškega programa PC COSYMA. Ocenjene so bile pričakovane posledice in tveganja za scenarij sprostitve radioaktivnih snovi iz zadrževalnega hrama v dveh urah po nastopu nezgode v odvisnosti od podvzetih ukrepov v sili. Nadalje je bilo ocenjeno, kaj po jedrski nesreči k blažitvi posledic prispeva masovna uporaba tablet stabilnega joda. Z upoštevanjem vremenskih razmer za določeno leto so bili statistično obdelali nezgodni scenarij zatemnitve jedrske elektrarne in posledice ter tveganje posameznika v okolici, v odvisnosti od ukrepov zaklanjanja, vnosa stabilnega joda in evakuacije.

Strokovna mnenja in ekspertize

Znanstveniki in raziskovalci ODSEKA ZA REAKTORSKO TEHNIKO IJS so v letu 1996, na osnovi državnih pooblastil in svojih dolgoletnih strokovnih izkušenj zbranih na področju jedrske varnosti, opravili naslednje strokovne ocene posegov in preizkusov v Nuklearni elektrarni Krško (NEK):

- Strokovna ocena spremembe Tehničnih specifikacij NEK - "Wide Range Hydrogen Monitor" zaradi zamenjave obstoječega monitorja vodika v zadrževalnem hramu z obsegom 0 do 4 vol.% z novim monitorjem z merilnim obsegom 0 do 10 vol.% (Strokovna ocena IJS št.: OR4/LF-zv/148 z dne 28.06.1996).

- V "Strokovnem mnenju o analizah 24% začepljenosti uparjalnikov NE Krško", IJS-DP-7246, izdaja 2. januar 1996, je bila ocenjena pričakovana začepljenost uparjalnikov, ki bo še dovoljevala obratovanje elektrarne pri nazivni moči ter upravičenost obratovanja z več kot 18 % začepljenostjo uparjalnikov.

- Strokovna ocena spremembe Tehničnih specifikacij NE Krško v točki 3.1.3.6 "Control Rod Insertion Limits", št.: OR4/LF-zv/173 z dne 15.07.1996. Razlog za spremembo meje vstavitve regulacijskih palic je bila nova pozicija popolnoma izvlečenih regulacijskih palic. Istočasno se je spremenilo prekrivanje palic na 103 korake. Vzrok za spremembo pozicije regulacijskih palic je ukrep, s katerim se prepreči njihovo obrabo.

- Strokovna ocena o potrebi za spremembo točke 9.3.5 dokumenta NE Krško: "Updated Safety Analysis Report", Rev.2, št.: OR4/LF-zv/202 z dne 22.10.1996. Analiza spremembe je bila narejena zaradi izvedenega preizkusa tesnosti gorivnih elementov po metodi z odsesavanjem ("sipping test") po zaključenem 12. gorivnem ciklu.

V skladu z državnim pooblastilom, ki ga ima IJS za preverjanje delovanja varnostnih in varovalnih sistemov v jedrskih objektih so bile med Remontom NEK 96 ocenjene naslednje dejavnosti:

- preizkusi varnostnih sistemov,
- posegi in preizkusi na uparjalnikih,
- menjava goriva,
- meritve porazdelitve moči sredice reaktorja,
- meritve tgesnosti zadrževalnega hrama.

Mednarodni stiki

V letu 1996 je odsek za reaktorsko tehniko, v okviru mednarodnih projektov in pogodb, sodeloval z Mednarodno agencijo za jedrsko energijo (IAEA), Agencijo OECD za jedrsko energijo (OECD NEA), Jedrsko upravno komisijo ZDA (US NRC, programi CAMP, CSARP in drugi), Centre d'Etudes Nucleaires de Grenoble, ter Evropsko komisijo (Commissariat a l'Energie Atomique). Aktivno delovno sodelovanje je prav tako potekalo s Texas A & M University (ZDA), University of Newcastle (Velika Britanija, v okviru projekta COPERNICUS), Forschungszentrum Karlsruhe (Nemčija), AIB-Vincotte Nucleaire (Bruselj, Belgija) ter KFKI Atomic Energy Research Institute (Madžarska). Sodelovanje je obsegalo, poleg delovnih obiskov, tudi skupno objavljane rezultatov.

Sodelavci odseka so se udeležili 23 mednarodnih konferenc in delovnih sestankov, na katerih so predstavili 47 referatov. Sprejem, ki so ga deležni prispevki na mednarodnih srečanjih, kaže na aktualnost in visoko kvaliteto raziskav na odseku.

REAKTORSKA FIZIKA (F-8)

Glavna področja našega dela so:

- teoretična, eksperimentalna in uporabna reaktorska fizika
- detektorji jedrskih sledi

- študij sevalnih poškodb
- nevtronska dozimetrija, spektrometrija, radiografija in tomografija
- uporaba nevtronov v medicini (terapija raka z zajetjem nevtrona v boru)
- fizika plazme in tehnologija zlitja.

Na področju REAKTORSKE FIZIKE so svoje raziskave usmerili pretežno v nove metode preračunov raziskovalnih in energijskih reaktorjev. Posebno pozornost so namenili kalibraciji in preračunu testnih primerov tako na področju jedrskih podatkov kot pri uporabljenih računskih metodah. Raziskovali so področje Monte Carlo transporta nevtronov in fotonov ter pripravo jedrskih podatkov za te preračune, področje naprednih nodalnih metod, homogenizacijo osnovne celice in gorilnega elementa ter metode, namenjene natančni rekonstrukciji porazdelitve moči. Rezultate raziskav so objavili v znatnem številu tako znanstvenih članov kot prispevkov v zbornikih mednarodnih konferenc. Posebej omenjajo dva članka, pripravljena za revijo "Nuclear Technology", v katerih so problem varne hrambe izrabljenega jedrskega goriva reševali z - do sedaj na tem področju še ne uporabljen - verjetnostno varnostno analizo, izvedeno z Monte Carlo programom MCNP4A. Omeniti je potrebno še razvoj, verifikacijo in implementacijo novega dvodimenzionalnega programa, ki je namenjen preračunu zgorosti goriva raziskovalnega reaktorja TRIGA. Pripravili so zelo natančen in popoln tridimenzionalni Monte Carlo model reaktorja TRIGA (sredica, notranji deli, ščiti, eksperimentalni kanali, itn.). S tem modelom so izvedli številne zahtevne Monte Carlo preračune, ki so potrdili odlično ujemanje med simulacijskimi izračuni in dejanskimi merskimi podatki (kritičnost, reaktivnost gorilnega elementa, vrednost kontrolnih palic). Kot vsa pretekla leta od prvega zagona JE Krško so z uporabo lastnega projektantskega programskega paketa CORD/II tudi v letu 1996 pripravili celoten projekt sredice. Opravili so tudi fizikalne zagonske teste po menjavi goriva v JE Krško. Pri tem so uporabili sedaj že dokaj razširjeno lastno metodo meritve reaktivnosti kontrolne svežnja z vstavitvijo.

Na področju DETEKTORJEV JEDRSKIH SLEDI so med drugim nadaljevali z raziskavami fragmentacije ionov. V ta namen so z uporabo detektorja CR-39 raziskali interakcijo 292MeV/n ^{19}F ionov s pleksi steklom ter izmerili delne preseke fragmentacije F v O, N, C in B. Poleg tega so določili vrsto fizikalnih parametrov (LET, doseg, raztros dosega, kotna razširitev delcev, fragmentacija, porazdelitev doz po globini) - ki so pomembni za radiobiološke eksperimente s celicami in za radioterapijo raka z nabitymi delci - pri interakciji 40 in 70 MeV/n ^{16}O ionov z CR-39. Nadaljevali so z razvojem novega pasivnega dozimetra za fuzijske nevtrone, ki temelji na detekciji produktov reakcije $^{12}\text{C}(n, 3\alpha)$. V ta namen so izmerili odziv dozimetra na hitre (8-19 MeV) nevtrone. Opravili so tudi meritve fluksa hitrih in termičnih nevtronov na 100 lokacijah v okolici jedrske elektrarne Krško, ter okoli 100 terenskih meritev koncentracije radona na različnih področjih v Sloveniji s pasivnimni dozimetri, ki so bili v prejšnjih letih razviti v našem laboratoriju. Analizirali so rezultate meritev koncentracij radona v hišah srbskih pokrajin Kosova in Metohije. Opisane raziskave so opravili v sodelovanju z ruskimi, francoskimi, britanskimi in nemškimi laboratoriji.

Na področju STRUKTURNIH SPREMENB V POLPREVODNIKIH so obsevali vzorce Si in Ge s težkimi ioni ter z elektroni vzbujali rekristalizacijo amorfnih con, ki so nastale pri ionski implantaciji. Pri tem so študirali vpliv energije elektronov ter temperature in orientacije substrata na hitrost rekristalizacije. V ta namen so tudi razvili program za avtomatsko analizo TEM slik. Pri teh raziskavah so sodelovali z University of Illinois at Urbana-Champaign in Argonne National Laboratory, ZDA.

Na področju NEVTRONSKE RADIOGRAFIJE IN TOMOGRAFIJE so opravili obsežno eksperimentalno delo pri določanju vode v gradbenih materialih. Pričeli so z eksperimenti na novem

nevtronskem tomografu, ki so ga pridobili pred kratkim.

Pričeli so z vgradnjo in eksperimentalnim preverjanjem epitermalnega nevtronskega filtra (radialni kanal reaktorja TRIGA). Eksperimentalni kanal je namenjen za in-vitro raziskave uporabnosti metode TERAPIJE RAKA Z ZAJETJEM NEVTRONA V BORU. V tem kanalu nameravajo nadaljevati študij mišjega melanoma B16F1 in humanega karcinoma dojke MCF6.

Na področju FIZIKE PLAZME so nadaljevali s študijem dinamike potencialne relaksacijske nestabilnosti. Eksperimentalno in teoretično so raziskali sklopitev nestabilnosti z zunanjim harmonskim oscilatorjem in pri tem opazili dva karakteristična pojava: sinhronizacijo in periodično vlečenje frekvence. Rezultate so primerjali s približnimi analitičnimi in z numeričnimi rešitvami Van der Polove enačbe. Potrdili so pomen Van der Polovega modela za opis nestabilnosti. Raziskovalne dosežke so predstavili v člankih in v zbornikih z mednarodnih konferenc.

IZOBRAŽEVALNI CENTER ZA JEDRSKO TEHNOLOGIJO MILANA ČOPIČA

Izobraževalni center za jedrsko tehnologijo Milana Čopiča je v letu 1996 nadaljeval z dejavnostmi na vseh štirih področjih svojega delovanja.

Usposabljanje delavcev NE Krško je njihova primarna dejavnost. V letu 1996 so zaključili tečaj *Tehnologija jedrskih elektrarn*, ki so ga pričeli že leta 1995. Udeležilo se ga je osemnajst tečajnikov, ki bodo delali v komandni sobi elektrarne ali pa bodo odgovorni za obratovanje posameznih tehnoloških sistemov.

Izvedli so tudi dva krajša tečaja Osnove tehnologije jedrskih elektrarn. V osnovi je namenjen tehničnemu osebju NE Krško, ki ni neposredno odgovorno za upravljanje elektrarne. Prvi letošnji tečaj je bil tokrat namenjen predvsem zunanjim delovnim organizacijam, ki delajo za NEK. Udeležilo se ga je 13 tečajnikov. Jesenski tečaj pa so izvedli za potrebe NEK, udeležilo se ga je 15 udeležencev.

Na področju informiranja javnosti so nadaljevali z vabili osnovnim in srednjim šolam, ki so redno in v velikem številu prihajale na predavanja o jedrski tehnologiji in o radioaktivnih odpadkih, ter na ogled razstave. Skupno je ICJT v šolskem letu 1995/96 obiskalo 7234 učencev in dijakov.

V kletnih prostorih so uredili novo predavalnico s 112 sedeži, namenjeno predvsem širši javnosti. Uredili so tudi nov del stalne razstave, ki so ga poimenovali Atomi skozi njihov čas. Za potrebe mednarodnega tečaja MAAE so preuredili tudi laboratorij za delo 25 tečajnikov.

Tiskali so novo zgibanko o delovanju jedrske elektrarne, ki jo delijo obiskovalcem. Izdelali so interaktivni zemljevid sveta z informacijami o jedrskih elektrarnah. Vzdržujejo tudi informacijske strani na internetu, ki jih stalno posodablja.

Izobraževalna dejavnost na področju radiološke zaščite se je v letu 1996 nadaljevala. Izvedli so skupno 8 tečajev za medicinsko osebje, industrijsko uporabo virov ionizirajočega sevanja ter za osebje instituta "Jožef Stefan".

V letu 1996 so izvedli dva mednarodna tečaja pod pokroviteljstvom Mednarodne agencije za jedrsko energijo (MAAE). Zelo pomemben je bil poletni tečaj Nuclear Electronics, ki je trajal kar tri mesece. Udeležilo se ga je 22 tečajnikov iz 22 nerazvitih držav. V ta namen jim je MAAE dostavila elektronsko opremo v vrednosti 500.000 US\$.

Septembra so v sodelovanju z MAAE izvedli še enotedenski tečaj *V okolje sproščena aktivnost in ukrepanje v sili*, ki se ga je udeležilo 27 tečajnikov iz Slovenije. Predavatelji so bili iz ZDA.

Tabela 7.1: Tečaji v letu 1996

	DATUM	NASLOV	Tečaj- nikov	Tedni	Preda- vateljev	Tečaj- nik tedni
1.	27.11.95-19.1.96	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, sistemi, OTJE-T (9)	15	5	15	75
2.	22.1.-16.2.96	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, teorija OTJE (10)	13	4	9	52
3.	8.3.96	Radiološka zaščita za industrijske vire ionizirajočega sevanja, obnovitveni tečaj, OTIND-01	12	0.2	3	2.4
4.	18., 21.3.96	Vaje iz radiološke zaščite za medicinsko šolo	11	0.5	1	5.5
5.	18.3.-22.3.96	Obnovitveni tečaj za operaterje	7	2	3	14
6.	1.4.-29.4.96	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn-sistemi, OTJE-T (10)	13	4	6	52
7.	10.-12.4.96	Radiološka zaščita za dejavnosti z odprtimi viri ionizirajočega sevanja, RZOVIR-01	18	0.6	7	10.8
8.	15.-18.4.96	Vaje iz radiološke zaščite za medicinsko šolo	10	0.5	1	5
9.	23.-24.4.96	Radiološka zaščita RZCC-01	31	0.5	3	15.5
10.	25.4.96	Radiološka zaščita RZCC-02	28	0.2	3	5.6
11.	26.4.96	Radiološka zaščita RZCC-03	23	0.2	3	4.6
12.	19.2.-28.6.96	Tehnologija jedrskih elektrarn, sistemi, TJE-S (5)	18	18	12	324
13.	26.-28.6.96	Radiološka zaščita za dejavnosti z odprtimi viri ionizirajočega sevanja, RZIJ-S-02	6	0.3	6	1.8
14.	24.6.-20.7.96	Mednarodni tečaj o jedrski elektroniki, IAEA	22	13	6	286
15.	30.9.-4.10.96	V okolje sproščena aktivnost in ukrepanje v sili, IAEA	27	1	4	27
16.	7.10.96-15.11.96	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, teorija OTJE (11)	15	5	6	75
17.	18.11.-27.11.96	Osvežilni tečaj za operaterje NEK	5	1.6	3	8
18.	2.12.96-17.1.97	Osnove tehnologije jedrskih elektrarn, sistemi OTJE (11)	15	5	9	75
19.	10.12.96	Informiranje javnosti o jedrskih tehnologijah	13	0.2	-	2.6
			302	61.8	100	1042

7.9. ZAVOD REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VARSTVO PRI DELU

Dejavnosti s področja varstva pred ionizirajočimi sevanji za katere je Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu (ZVD) oz. Center za ekologijo, toksikologijo in varstvo pred sevanji, Ljubljana pooblaščen:

- ZVD RS na podlagi Ministrstva za zdravstvo pooblaščen institucija za opravljanje vseh ukrepov varstva pred ionizirajočimi sevanji, navedenih v Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji (Uradni list RS št. 9/81), št. odločbe 180-1/80-81 z dne 9.3.1981;
- ZVD RS je bil z odločbo Zveznega komiteja za delo, zdravstvo in socialno varstvo (SFRJ) pooblaščen za izvajanje sistematičnega

preiskovanja kontaminacije z radioaktivnimi snovmi (Uradni list SFRJ št. 40/86);

- ZVD RS je z odredbo Republiškega komiteja za zdravstveno in socialno varstvo imenovan kot organizacija, ki je pooblaščen za preizkušanje radioaktivne kontaminacije živil živalskega in rastlinskega porekla (Uradni list SRS št. 25/89).
- Za področje ekologije in toksikologije za strokovne naloge s področja varstva pri delu (Ur, SRS št. 22/87)

V letu 1996 je ZVD deloval kot pooblaščen organizacija in raziskovalna enota za nadzor in kontrolo radioaktivne kontaminacije na področju življenjskega in delovnega okolja v Republiki Sloveniji in sodeloval pri rednem letnem remontu NEK 1996.

7.10. INŠTITUT ZA ELEKTROGOSPODARSTVO IN ENERGETIKO

Inštitut za elektrogospodarstvo in energetiko (Institut za elektroprivredno i energetiku d.o., Zagreb - IE) je pooblaščen za sledeča opravila, povezana z jedrsko varnostjo:

- dejavnost na preverjanju in zagotavljanju kakovosti in preverjanju funkcionalnosti in zanesljivosti sistemov merjenja, regulacije in upravljanje (I&C) med izgradnjo, predpogonskimi preizkusi, poskusnim obratovanjem in obratovanjem jedrskega objekta.

Dejavnosti povezane z jedrsko varnostjo v remontu in menjavi goriva 1996 na področju inštrumentacije, meritev in regulacije:

- Nadzor nad primarnimi sistemi v skladu s Tehničnimi specifikacijami, jedrsko inštrumentacijo (NIS) ter nad inštrumentacijo, regulacijo in avtomatiko diesel generatorjev,
- Nadzor nad modifikacijami I&C opreme in sistemov,
- Na osnovi izvedenih dejavnosti med remontom je IE izdelal naslednje dokumente:

- izjavo za ponovno kritičnost reaktorja po remontu 96 in menjavi goriva po 12. ciklu v NE Krško št. 1233-5/96/9 od 19.7.1996,
- izjavo za obratovanje NE Krško na nazivni moči po remontu 96 in menjavi goriva po 12. ciklu v NE Krško št. 1233-6/96/9 od 24.7.1996 ter
- strokovno oceno remontnih dejavnosti, del ter preskušanj med zaustavitvijo NE Krško zaradi menjave goriva na koncu 12. cikla za področje I&C št. 1233-7/96/9 od 19.8.1996, kot podlago Elektroinštitutu Milan Vidmar za izdelavo "Zbirne strokovne ocene remonta in menjave goriva 1996 v NE Krško."

Dejavnosti na področju zagotovitve kakovosti in sodelovanje na seminarjih s področja jedrske tehnologije:

- pregled postopkov NE Krško za dejavnosti vzdrževanja in usmerjanja I&C sistemov.
- sodelovanje na seminarju na IJS: "Osnove jedrskih elektrarn", Ljubljana 1.4.1996.
- Priprava in uvajanje sistema kakovosti v IE v skladu z HRN EN 9001 in certificiranje VN preskusnega laboratorija IE v skladu z HRN EN 45001.
- Dejavnosti zagotavljanja kakovosti na izdelavi revizij Priročnika zagotovitve kakovosti IE ter programskih in delovnih postopkov, za dejavnosti IE kot pooblaščen organizacije.
- Sodelovanje pri delu Hrvaškega jedrskega društva in Ministrstva za gospodarstvo RH na področju jedrske varnosti in varstva okolja.
- Aktivno sodelovanje v Državnem zavodu za akreditacijo RH (DZNM) preskusnih laboratorijev.
- Sodelovanje na seminarjih TUV, Essen za ISO 9001 in ISO 45001 ter aktivno sodelovanje preko DZNM na seminarjih BAM, Berlin za akreditacijo preskusnih laboratorijev.
- Dejavnosti nadzora, presoje in zagotavljanja kakovosti na energetskih objektih in postrojih v RH.

7.11. ENCONET

Firma ENCONET Consulting Ges. m. b. H. iz Avstrije je pooblaščen s sklepom št. 2/63, 63. seje Strokovne komisije za jedrsko varnost z dne 20.12.1996 za opravljanje naslednjih del in storitev s področja jedrske varnosti na območju Republike Slovenije:

- Ocenjevanje in preverjanje varnosti poročil in druge dokumentacije v zvezi z jedrsko varnostjo:
- Izdelava varnostnih analiz kot podpora upravnemu organu za jedrsko varnost pri odločanju v upravnih postopkih.

7.12. ZAKLJUČNA OCENA

Pooblaščen organizacije predstavljajo pomemben del nadzora nad obratovanjem, dograditvami in izboljšavami ter vzdrževalnimi deli na jedrskih objektih. S tem svojim delom dopolnjujejo inšpekcijo za jedrsko varnost, ki kadrovske ne bi mogla sama pokriti vseh dejavnosti v jedrskih objektih, ki so povezane z jedrsko varnostjo.

Iz poročila pooblaščenih organizacij se vidi, da predstavlja večji del njihovega angažiranja nadzor letnega remonta in menjava goriva. Glede na to, da se bo z zamenjavo uparjalnikov trajanje remonta skrajševalo, se bo morala na to pripraviti tudi inšpekcija in pooblaščen organizacije. Kratek remont bo zahteval boljše načrtovanje spremljanja del in še boljše koordinacijo ter sodelovanje med NE Krško, inšpekcijo in pooblaščenimi organizacijami.

Poročilo tudi kaže, da pooblaščen organizacije skrbijo za stalno usposabljanje svojih delavcev iz področij, za katera so pooblaščen. Zelo pomembna je organizacija zagotavljanja kakovosti, ki jo tudi preverja URSJV. Nekatere pooblaščen organizacije gredo tudi v smeri pridobitve certifikatov po ISO standardih ali akreditacije svojih laboratorijev.

8. RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU

8.1. MERITVE SPLOŠNE RADIOAKTIVNE KONTAMINACIJE V OKOLJU V SLOVENIJI

Program nadzora radioaktivnosti zaradi globalne kontaminacije (jedrski poskusi, čemobilska nesreča) je določen z Pravilnikom o lokacijah, metodah in rokih za preiskovanje radioaktivne kontaminacije (Ur.l. SFRJ št. 40/86) in upošteva izhodišča sprejeta po jedrski nesreči v Čemobilu. Program izvajata Zavod RS za varstvo pri delu in Inštitut Jožef Stefan po pogodbi z Ministrstvom za zdravstvo.

Program nadzora meritev radioaktivnosti obsega sledeče:

1. Površinske vode - polletni enkratni odvzem rečne vode reke Save pri Ljubljani (dolvodno), reke Drave pri Mariboru in reke Soče pod Anhomim. Določa se koncentracija gama sevalcev in H-3 v rečni vodi.

2. Zrak - neprekinjeno vzorčenje in dnevna menjava zračnih filtrov v Ljubljani, Ježerskem in na Predmeji. Analiza radionuklidov - sevalcev gama se izvaja mesečno.

3.1. Zemlja - vzorčenje dvakrat letno (v maju in oktobru) v treh globinskih plasteh 0-5 cm, 5-10 cm and 10-15 cm, na neobdelani travniški površini v Ljubljani, Kobaridu in Murski Soboti. Določa se vsebnost radionuklidov Cs-134/137 in Sr-90.

3.2. Zunanje sevanje gama (hitrost doze) - Meri se kontinuirno v Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Celju, Novi Gorici, Portorožu, Murski Soboti, Kredarici in Lescah. Razen tega se mesečne doze zunanjega sevanja merijo na 50 lokacijah po Sloveniji s termoluminiscentnimi dozimetri.

4. Padavine - neprekinjeno vzorčenje trdnih in tekočih padavin v Ljubljani, Bovcu, Murski Soboti in Novem mestu. V Ljubljani se določujejo koncentracije sevalcev gama in Sr-90 v zbirnih mesečnih vzorcih, v ostalih krajih pa v zbirnih četrletnih vzorcih.

5. Pitna voda - četrletni odvzem in specifične analize radionuklidov - sevalcev gama ter analize Sr-90 in H-3 v vzorcih in vodovoda v Ljubljani, Celju, Mariboru, Kopru, Škofji Loki in Kranju.

6. Hrana - sezonski odvzem vzorcev in analiza na vsebnosti sevalcev gama in Sr-90 v vzorcih hrane živalskega in rastlinskega izvora. Vzorci se jemljejo na sledečih mestih: Ljubljana, Novo mesto, Koper, Celje, Murska Sobota, Maribor in Slovenj Gradec. Analize radionuklidov v mleku kot osnovnem živilu se izvajajo mesečno v vzorcih iz Ljubljane, Bohinjske Bistrice, Kobarida in Murske Sobote.

7. Živalska krma, trava - program zajema analize na vsebnost sevalcev gama in Sr-90 v sezonskih vzorcih, to je travi, senu in krmilih, še posebej na mestih, kjer se kontrolira radioaktivnost mleka.

Rezultat meritev

Reke v Sloveniji kažejo majhne koncentracije Cs-137, ki so vse v velikostnem razredu 0.1 Bq/m³. V reki Savi je bil, tak kot vsa leta doslej, izmerjen radioaktivni I-131, ki prihaja v Ljubljano iz Klinike za nuklearno medicino KC in Onkološkega inštituta ter povzroča precej večjo kontaminacijo rečne vode kot nuklearna elektrarna v Krškem. Meritve koncentracij radionuklidov v vzorcih zraka in padavin v letu 1996 ne kažejo bistvenih sprememb v primerjavi s preteklimi leti. Ocenjuje se, da je njihova aktivnost v ozračju v večji meri posledica resuspenzije iz površine zemlje kot dotoka radioaktivnosti iz visokih plasti ozračja. Znatno razliko pa je bilo opaziti pri Sr-90 v padavinah (nekajkratno zmanjšanje v enem letu!). Diskontinuiteta rezultatov gre verjetno na račun različnih interpretacij rezultatov pri nizkih aktivnostih.

Meritve zunanjega sevanja gama so pokazale, da hitrost doze po černobilski nezgodi še nadalje rahlo upada, vendar izvajalci monitoringa ocenjujejo, da je prispevek černobilske kontaminacije še vedno v razredu 20 % glede na raven naravnega ozadja. Povprečna hitrost doze na ozemlju Slovenije - ocenjeno na podlagi 50 meritev (2x letno) s TLD - znaša 856 mikroSv na leto oziroma 97.7 nanoSv/h. To je približno 3-4 % manj kot v preteklem letu. Fizikalni razpad Cs-137 vsako leto prispeva k zmanjšanju hitrosti doze za 2.3 % glede na vrednost iz preteklega leta. Karta zunanjega sevanja v Sloveniji je bila izdelana na osnovi meritev s termoluminiscentnimi dozimetri. Po programu nadzora radioaktivne kontaminacije je predvidenih 50 merilnih mest, ki so po vsem ozemlju države enakomerno razporejeni v mreži 20 x 20 km. Pod pojmom zunanje sevanje je zajeto sevanje zaradi naravne radioaktivnosti zemeljske skorje, sevanje zaradi splošne radioaktivne kontaminacije iz preteklih jedrskih zračnih poizkusov in zaradi černobilske nesreče, ter sevanje, ki prihaja iz vesolja. Največji prispevek k izmerjenim vrednostim prihaja od zemeljske površine, zato rezultati prvenstveno odražajo naravno ozadje, ki je odvisno predvsem od geološke strukture tal. Večina izmerjenih vrednosti (80 %) leži med 0.087 in 0.11 mikroSv/h. Na karti so dobro vidna področja s povečanimi letnimi dozami zunanjega sevanja, in to zlasti na območju jugovzhodnega dela Slovenije (Dolenjska, Notranjska) in Pohorja. Najnižje vrednosti so bile s TL dozimetri izmerjene v obalnem predelu in Julijskih Alpah. Vrednosti na karti se dobro ujemajo s tistimi iz karte naravne radioaktivnosti Slovenije, ki jo je pred tremi leti izdelal Geološki zavod iz Ljubljane

(glej Poročilo URSJV za leto 1994). Iz karte ni mogoče razbrati področij s povečano černobilsko kontaminacijo (slika 8.0).

Rezultati merjenja specifičnih aktivnosti v vzorcih neobdelane zemlje odvzetih v Ljubljani, Murski Soboti in Kobaridu kažejo, da sta se černobilska izotopa Cs-134/Cs-137 porazdelila v desetih letih kar v precejšnji globini (le 40-50 % v prvih 5 cm). V vzorcih iz Ljubljane in Kobarida se je pokazalo, da je Cs-137 precej enakomerno porazdeljen po vsej globini do 15 cm, kar je posledica specifične sestave tal. Podobna ugotovitev velja tudi za radionuklid Sr-90. Nasprotno pa je v Murski Soboti skoraj 3/4 kontaminacije vsebovano v zgornji plasti tal.

V letu 1996 so izvajalci nadzora izmerili nižje vrednosti kontaminacije s Cs-137 v prehrabnih vzorcih rastlinskega izvora. To velja tako za žitarice (20 % zmanjšanje), še posebej pa za sadje (več kot 50 % zmanjšanje). Ker poteka kontaminacija s Cs-137 preko foliarne depozicije, je bila vsebnost tudi v letu 1996 zanemarljiva. Na drugi strani pa gibljivost radionuklida Sr-90 lahko povzroči kontaminacijo rastline preko koreninskega sistema. Aktivnosti Sr-90 v vzorcih sadja ostajajo na istih ravneh kot v preteklih letih, to je razredu velikosti 0.05 Bq/kg. V žitaricah je bilo absolutno izmerjena vsebnost tega radionuklida nekajkrat višja (več kot 0.1 Bq/kg). Omenjene variacije gredo lahko na račun izbora vzorcev.

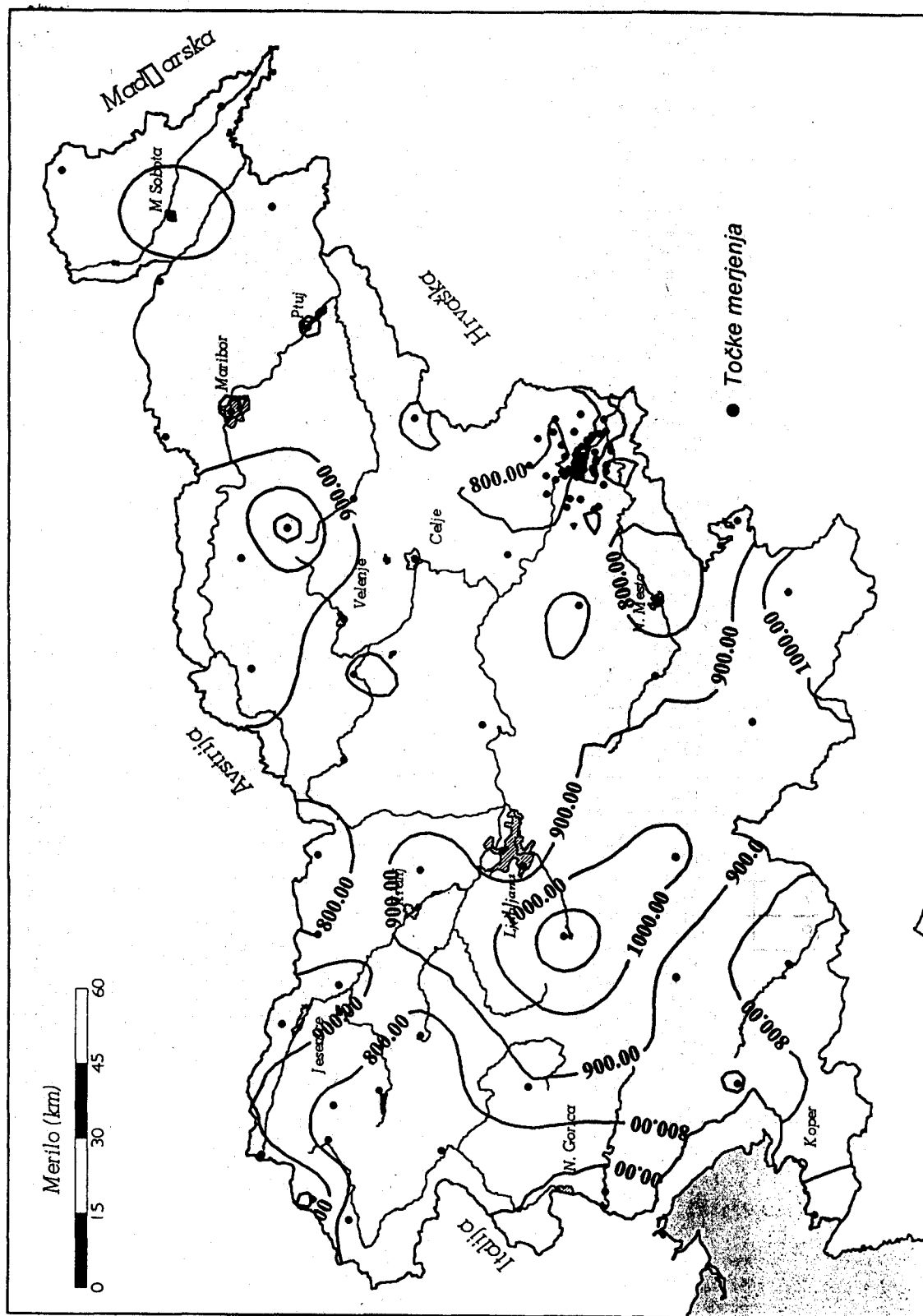
Rezultati specifičnih aktivnosti sevalcev gama v hrani živalskega izvora so pokazali, da je bila izmerjena daleč najvišja vsebnost Cs-137 v mesu divjačine, ki je dosegla v enem primeru (srna iz okolice Bleda) 1900 Bq/kg. V splošnem pa velja, da se rezultati specifične aktivnosti sevalcev gama in Sr-90 v hrani živalskega izvora niso bistveno spremenili v primerjavi z vrednostmi kontaminacije v preteklih letih.

Na osnovi merjenih koncentracij in vsebnosti umetnih radionuklidov v vzorcih hrane so bile ocenjene učinkovite doze iz prehrabne prenosne poti. Ta je v letu 1996 znašala za odraslega prebivalca 5 mikroSv in je z leti precej upadla (1994 12 mikroSv, 1995 9 mikroSv). Dobro polovico te vrednosti gre na račun radionuklida Sr-90, ostali del pa odpade na Cs-137. Inhalacijska prenosna pot doda k tej vrednosti okrog 1 mikroSv, pri čemer je prispevek Sr-90 prevladujoč za cel velikostni razrez (izvedeno iz podatkov v poročilu IJS o nadzoru NEK za 1996).

Letna doza zaradi zunanjega sevanja je bila merjena v večih mestih v Sloveniji. V Ljubljani (TLD meritve) je znašala 844 mikroSv, od česar je dejanski prispevek Černobila k zunanjemu obsevu za odraslega prebivalca znašal 54 mikroSv.

Na osnovi teh rezultatov izvajalci nadzora ugotavljajo, da je kontaminacija okolja in izpostavljenost prebivalstva Slovenije zaradi splošne kontaminacije precej pod mejami, ki jih predpisujeta še veljavna Pravilnik o največjih mejah radioaktivne kontaminacije okolja (Ur.L.SFRJ št. 8/87) oziroma Pravilnik o največjih mejah, ki jih ne sme presežati sevanje (Ur.L.SFRJ št. 31/89).

Slika 8.0:



Letna doza zunanjega sevanja v 1996 s TL dozimetri (μSv)

Tabela 8.1: Radioaktivnost v zemlji v Sloveniji - površinska aktivnost Sr-90 v vrhnji plasti travnatih tal (0 do 5 cm) v Bq/m²

Leto	LJUBLJANA	KOBARID	MURSKA SOBOTA
1982	126	222	69
1983	157	161	43
1984	102	161	48
1985	107	154	56
1986*	123	680	115
1987	115	465	90
1988	120	395	84
1989	129	384	89
1990	130	335	81
1991	80	240 +	73
1992	82	255	71
1993	93	280	54
1994	77	230	70
1995	71	210	79
1996	41	155	65

* Rezultati niso zanesljivi zaradi prisotnosti kratkoživih radionuklidov z visoko aktivnostjo v obdobju po černobilski nesreči

+ Vzorčevalno mesto je bilo spremenjeno

Tabela 8.2: Radioaktivnost mleka v Sloveniji - koncentracije Sr-90 v mleku, vzporejene s specifično aktivnostjo v padavinah

	Sr-90 v mleku (Bq/kg)		Sr-90 (Bq/m ³) v padavinah		Padavine (mm)	
Year	Ljubljana	Kobarid	Ljubljana	Bovec	Ljubljana	Bovec
1984	0.17	0.33	1.1	2	1423	2792
1985	0.19	0.33	0.9	1.9	1611	2855
1986*	0.28	0.81	450	630	1264	2137
1987	0.4	87	6.1	12	1528	3316
1988	0.22	0.53	1.8	5.3	1179	2498
1989	0.17	0.38	1.2	3.6	1212	2125
1990	0.19	0.43	0.38	1.1	1334	2865
1991	0.16	0.36	0.48	1.8	1178	2340
1992	0.22	0.32	0.65	1.2	1434	3164
1993	0.15	0.3	1.4	1.1	1178	2343
1994	0.14	0.22	1.1	1.4	1397	2282
1995	0.12	0.22	0.43	0.6	1404	2549
1996	0.13	0.29	0.16	0.14	1443	3345

* Rezultati niso zanesljivi zaradi prisotnosti kratkoživih radionuklidov z visoko aktivnostjo v času po Černobilski nesreči

Tabela 8.3: Zunanje sevanje gama v Ljubljani (merjeno s TLD na lokaciji IJS v letih 1988-1996)

Leto	Letne doze zunanjega sevanja gama (mikroSv)	Izrač. prispevek Černobila (mikroSv)
1988	1080	360
1989	1131	280
1990	994	220
1991	966	190
1992	975	190
1993	904	180
1994	876	146
1995	872	150
1996	844	145

8.2. REDNI NADZOR RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI NE KRŠKO

Pregled rezultatov meritev radioaktivnosti umetnih in naravnih radionuklidov v različnih nadzorovanih medijah in prenosnih poteh so podani z ocenami učinkovitih doz. Konzervativne ocene doznih obremenitev posameznika iz referenčne (kritične) skupine prebivalstva zaradi emisij jedrske elektrarne dajejo v letu 1996 vrednost za "predvideno učinkovito dozo" manj kot 10 mikroSv/leto. Ta vrednost predstavlja manj kot 0.5 % letne doze, ki jo v povprečju prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih radioaktivnih virov. Iz meritev posameznih medijev so bile ocenjene tudi letne doze, ki jih prispeva naravna radioaktivnost, splošno onesnaženje (Černobil, atmosferske jedrske eksplozije), ter industrija in bolnišnice, ki uporabljajo radioaktivne snovi.

Obseg

Redni radiološki nadzor Nuklearne elektrarne Krško vsebuje nadzor inventarja tekočih in plinastih emisij ob izvoru ter neodvisen nadzor vnosa radionuklidov v širše okolje (imisij). Nadzorovano področje okolja obsega v prvi vrsti 12-kilometrski pas okoli objekta, kjer se pričakujejo najvišje vrednosti imisij in je mogoče potencialno najprej zaznati možne spremembe, pri reki Savi in pri podtalnici pa je razširjen tudi na področju R. Hrvaške od Jesenic na Dolenjskem do Podsuseda (sotočna razdalja od objekta 30 km).

Stalen nadzor emisij opravlja radiološka služba NE Krško. Redni nadzor imisij in kontrolne meritve emisij so opravile pooblašene organizacije: Institut "Jože Stefan" in Zavod RS za varstvo pri delu iz Ljubljane ter Institut "Rudjer Bošković" - Center za istraživanje mora (IRB) in Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI) iz Zagreba.

Nadzor imisij

Prispevki splošne černobilske onesnažitve k obremenitvi okolja, so se v zadnjih sedmih letih po neizgodi v povprečju zniževali, pri poljščinah pa so že leta 1990 praktično padli na predčernobilsko raven. V letu 1995 se je ta potek ustavil, tako da zaznavamo v standardnem vzorcu poljščin iz krško-brežiškega področja celo neznamenit prirastek cezijeve izotope, ki se je prenesel tudi v leto 1996. Dasiravno kažejo v drugi polovici leta 1996 porast tudi

doze zunanjega sevanja (sevanja v okolju), pa slednje (za razliko od leta 1995) v celoletnem seštevku ne prevladajo, tako da beležimo, podobno kot v ostalih delih Slovenije (republiški program), rahel nekajodstotni padec celoletne povprečne doze. Ker pa so celoletne spremembe neznatne in obseg meritev časovno še nezadosten, ni mogoče presoditi ali gre za nihanja v splošni onesnažitvi ali lokalne vplive.

Reka Sava in podtalnica

Zmanjšanju prispevka tekočih iztek iz papirnice Videm k radioaktivni obremenitvi savske vode z umetnimi (za faktor 0.5) in naravnimi radionuklidi (za faktor 0.25), ki je bilo v letih 1992 in 1993 povzročeno z zmanjšanjem proizvodnje, je v letu 1994 sledilo ponovno povečanje, zlasti naravnih radionuklidov (za faktor 2), ki se je ohranil na približno enaki ravni tako za naravne kot umetne radionuklide tudi v letu 1995 in 1996. Izcejanje pepela iz papirnične toplotarne v Savo vpliva predvsem na povečano prisotnost naravnih radioizotopov iz premoga; na povečanje umetnih radioizotopov (Sr-90, Cs-137) pa vpliva njihova vsebnost v predelavanem lesu. Zaradi nižjih koncentracij cezijeveh radionuklidov je postal med dolgoživimi umetnimi radionuklidi pomemben "predčernobilski" stroncij. Prevladujoči delež k obremenitvi z umetnimi radionuklidi pa je v letu 1995 prispeval kratkoživi jod-131, ki ga zlati po letu 1989 prispevajo bolnišnice.

Primerjava rezultatov meritev v različnih savskih medijih kaže, da je mogoče nekaj manj kot polovico v savski vodi v Brežicah ugotovljenih povprečnih letnih koncentracij cezijeveh izotopov pripisati NEK-u, ostalo pa splošni, predvsem černobilski onesnažitvi okolja. Upošteva se tudi povečane koncentracije tritija, ki jih prispevajo izteke NEK-a, ter J-131 in stroncij, dobimo oceno, da je prispevek NEK-a k letni obremenitvi referenčnega človeka zaradi potencialnega pitja savske vode v Brežicah v letu 1996 okoli 0.4 mikroSv/leto, kar je približno 45 % ocenjenega prispevka vseh umetnih radionuklidov in 4 % celotne obremenitve z naravnimi in umetnimi radionuklidi. Ta ocena za brežiško Savo je primerljiva z oceno iz leta 1995. Nekoliko nižjo obremenitev zaradi NEK-a (0.3 mikroSv/leto), dobimo tudi za Savo v Jesenicah in Dolenjskem. Na te podatke znatno vpliva nezanesljiva ocena deleža kratkoživega J-131, ki so ga v letu 1996, tako kot v preteklih letih, prispevale predvsem izteke bolnišnic. Približno ocenjen prispevek J-131 iz bolnišnic k obremenitvi referenčnega človeka v Brežicah (0.6 mikroSv/leto) kaže, da je le-ta po velikosti primerljiv s prispe-

vkrom NEK-a. Pri tem je za primerjavo umestno dodati, da podobna ocena Krškem, kjer je izključen prispevek NEK-a, daje dozo 0.7 mikroSv/leto, v Lazah pri Ljubljani pa celo 8.4 mikroSv/leto.

Za oceno povečanja efektivne doze referenčnega človeka zaradi uživanja savskih rib (36 kg/leto), dobimo ob najbolj neugodni predpostavki (maksimalne izmerjene vrednosti umetnih radionuklidov ne glede na poreklo, celotna riba) vrednost manj kot 2.9 mikroSv/leto. V povprečju se ribe, ki so do leta 1986 predstavljale kritično prenosno pot za emisije NEK-a preko prahrambene verige, tudi v letu 1995 bistveno ne razlikujejo po vsebnosti obremenjujočih (predvsem črnbilskih) cezijev od ostale beljakovinske hrane. Bistveno občasno povečanje obremenitev povzroča tudi tu kratkoživi J-131, ki je posledica kontaminacije celotnega savskega vodnega telesa pred in za elektrarno.

Neodvisna modelna ocena efektivne doze potencialno najbolj izpostavljenega posameznika iz referenčne skupine brežiških prebivalcev za pričakovane prenosne poti takoih efluentov preko Save, ki temelji na mersko ocenjenem razredčitvenem faktorju v Savi in inventarju letnih izpustov NEK-a (dopolnjena mesečna poročila NEK-a za leto 1996), daje efektivno dozo 1.5 mikroSv/leto. Čeprav je ta ocena obremenitve zaradi različne ocene razredčitve v Savi in večjih tekočinskih emisij približno za faktor 2 višja kot v letu 1995, je velikostni red doze primerljiv z dozami iz preteklih petih let.

Vodovod Brežice je v vseh letih obratovanja NEK-a (od 1982. leta) kazal dvakrat večjo poprečno koncentracijo tritija kot vrtime v brežiško-krškem polju in krški vodovod. Študija in analize narejene v letu 1985 so potrdile domnevo, da je to povišanje pripisati prispevkom NEK-a preko savske vode. V drugi polovici 1990. leta so brežiški vodovod začeli pretežno (70 % porabe) napajati iz nove globoke vrtime, ki se odlikuje z vodo z zelo nizko vsebnostjo tritija (stara voda) tako, da je ta povezava praktično odpadla.

Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi odraslega prebivalca zaradi pitja te vode se je po letu 1990 znižal približno 0.04 mikroSv/leto, pri čemer je postal prispevek NEK-a preko tritija iz starega črpališča zanemarljiv. Enako vrednost prispevka umetnih radionuklidov za brežiški vodovod (0.04 mikroSv/leto) dobimo tudi iz meritev v letu 1996. Celotna obremenitev zaradi vsebnosti naravnih in umetnih radionuklidov je bila v brežiškem vodovodu ocenjena na 4 mikroSv/leto. Tudi nadzorne vrtime v naplavinah samoborskega področja v letu 1996 niso pokazale zaznavnega vpliva splošnega onesnaženja, niti se v njih ne zazna vpliv NEK-a (tritij).

Zrak

Imisijske meritve aerosolov niso zaznale vpliva prašnih (partikulatnih) emisij NEK-a. Ocene narejene na podlagi inventarja plinastih emisij (mesečna poročila NEK-a za leto 1996, dopolnjena z oceno plinastih emisij tritija in ogljika-14 IJS) ter emisij partikulatov (mesečna poročila NEK-a za leto 1996, dopolnjena z dodatnimi ocenami emisij IJS) in mesečnih razredčitvenih faktorjev

(meteorološka poročila HMZ), so dala v letu 1996 kot najvišjo obremenitev zaradi inhalacije (0.2 mikroSv/leto) in zaradi zunanjšega sevanja iz potujočega "oblaka" (plume) (0.8 mikroSv/leto) vrednost doze 1.0 mikroSv/leto v naselju Sp. Stari grad (smer ENE, razdalja 0.8 km). Ocenjena doza se je glede na predpreteklo leto (1995) zmanjšala za faktor 3 in se izenačila z oceno iz leta 1994. K dozi je izraziteje prispevalo l. polletje (do remonta NEK) s povišanimi emisijami žlahtnih plinov. Nadzorne meritve J-131, opravljene kontinuirano na 6-ih krajih v okolici NEK, niso zaznale J-131 nad nadzorno mejo, ki ustreza pogojni celoletni ščitnični dozi 0.4 mikroSv.

Zunanje sevanje

Doza zaradi zunanjšega sevanja, merjena s termoluminescenčnimi dozimetri skozi celo leto, na 57-tih krajih okoli NEK-a je pokazala povprečno vrednost 800 mikroSv/leto, kar je približno 2 % manj kot v predhodnem letu in za 36 % več kot pred črnbilsko onesnažitvijo. Podobno znižanje (približno 1 %) povprečne letne doze, zaradi zmanjšanja vpliva črnbilske onesnažitve tal s cezijevima izotopoma je bilo v letu 1996 opaženo tudi v ostalih krajih Slovenije (50 krajev republiškega programa nadzora), kjer pa je povprečje letnih doz po absolutni vrednosti še vedno višje, kot pa v krško-brežiškem področju. Avtomatski kontinuirni merilniki doznih hitrosti (od junija 1991 dve merilni lokaciji sta bili v letih 1994 in 1995 povečani na 13 stalnih merilnih točk z avtonomnim zapisom), namenjeni predvsem nezgodnemu opozarjanju, so pokazali podobne, vendar znatno manj izrazite rezultate kot TL dozimetri zlati glede krajevno značilnih velikosti letnih doz (kar je v skladu z različnima detekcijskima karakteristikama obojih merilnikov). Pokazali pa so tudi občasne nekajurne ekskurzije hitrosti doz (do maksimalno 160 % nad mesečnim povprečjem), ki jih pripisujemo spiranju naravnih radionuklidov - radonovih potomcev, iz ozračja z dežjem in tudi njihovega začetnemu zadrževanju v povrhnjem omočenem sloju tal. Ti pojavi so redno opažani tudi v drugih oddaljenih krajih v Sloveniji, kjer so postavljeni taki merilniki in praviloma niso korelirani s plinastimi emisijami, temveč predvsem s padavinami.

Na osnovi rezultatov meritev zunanjšega sevanja s termoluminescentnimi merilniki je bila izdelana tudi karta zunanjšega sevanja na širšem področju Krškega polja. Značilnost te karte je, da so najnižje vrednosti prav na ožji okolici jedrske elektrarne Krško (betonske površine, reka Sava, rečni prod). Iz karte je mogoče razbrati, da na lokaciji v Vrbini ne moremo ugotoviti morebitnih prispevkov zaradi izpustov pri rednem obratovanju NEK oziroma zaradi uskladiščene aktivnosti radioaktivnih odpadkov in reaktorja NEK (slika 8.a).

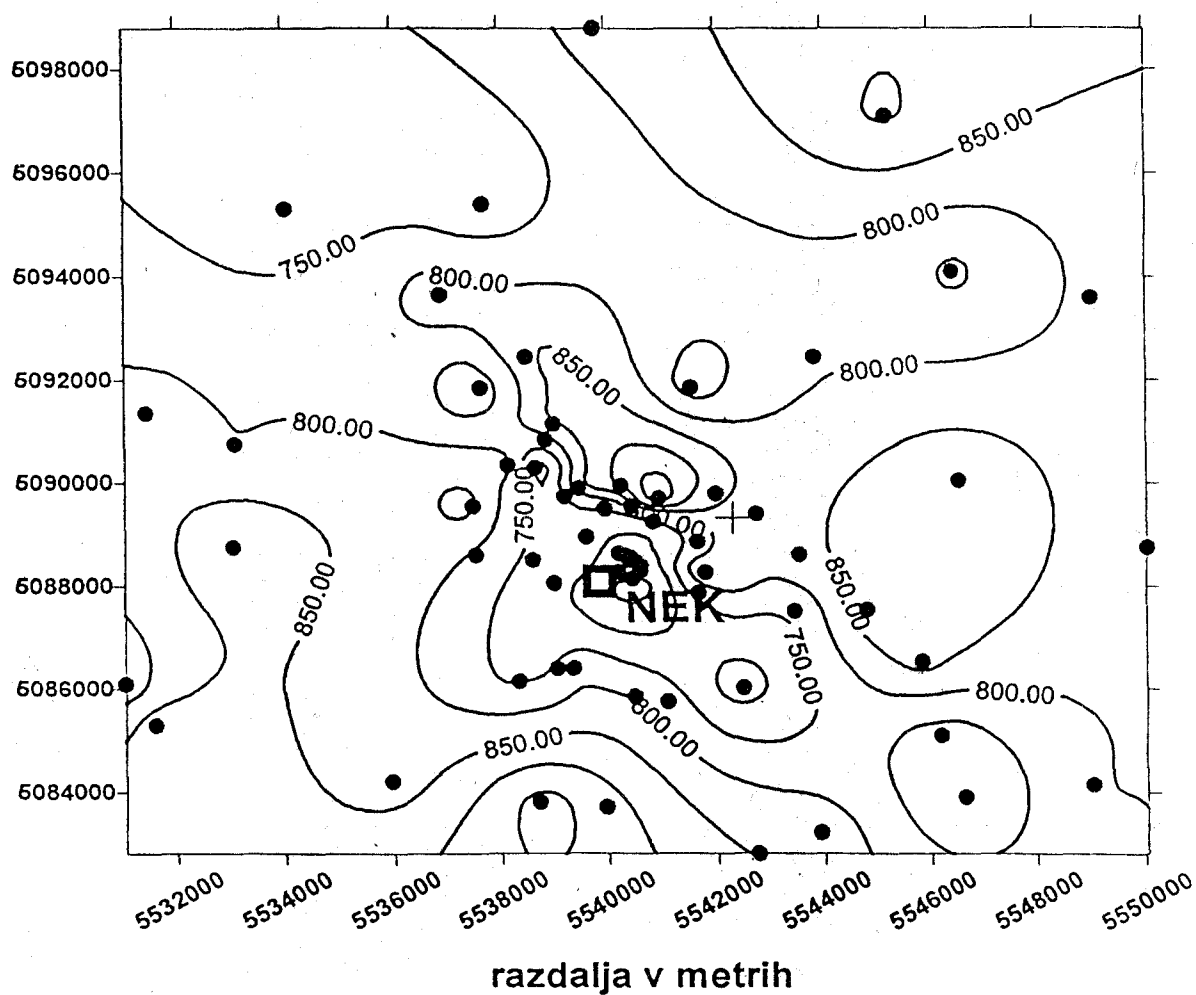
Opravljene interkomparacijske meritve tekočih vzorcev in filtrov so pokazale pri obojestransko detektiranih radioizotopih dobro ujemanje. Opravljena vzporedna merjenja sorazmerno sestavljenih reprezentančnih vzorcev tekočih efluentov NEK-a iz paralelne meritve zblimih aerosolnih filtrov iz programa B ne kažejo razhajanj, ki bi pomembno spreminjala oceno letnih obremenitev zaradi plinastih in tekočih emisij. V vseh primerih razhajanj so bile za oceno obremenitev smiselno uporabljene manj ugodne vrednosti.

Slika 8.a:

NE KRŠKO

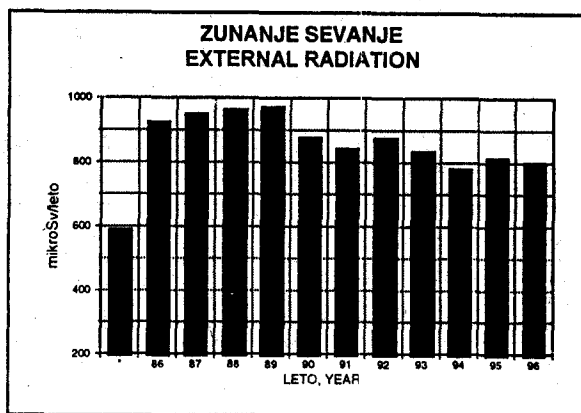
Letna doza zunanjega sevanja 1996

(μSv letno)



• Točke merjenja

Slika 8.1: Zunanje sevanje v okolici NEK po černobilski onesnažitvi, letna doza (termoluminiscentni dozimetri IJS-TLD-05), * - povprečje pred Černobilom



Zaključek

Vse ugotovljive in kvantitativno ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij Nuklearne elektrarne Krško so bile daleč pod upravno dopuščenimi mejnimi vrednostmi (**). Ocenjene obremenitve posameznikov iz privzete referenčne (kritične) skupine prebi-

valstva, narejene tako iz neposredno ocenjenih imisijskih vrednosti, kot računsko-modelno na podlagi podatkov o letnih emisijah NEK-a, pa dajejo v letu 1996 vrednosti za efektivne doze, ki so manjše od 10 mikroSv/leto, oz. manjše od 0.5 % letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov.

* Navedene vrednosti letnih doz v mikroSv/leto (mikrosievertih na leto) veljajo v vseh ustreznih primerih (izjema je zunanje sevanje) za količino, ki jo definiramo kot "50-letno predvideno efektivno enakovredno dozo".

** Zakonsko postavljena vrednost mejne letne doze za posameznika iz prebivalstva, ki ni poklicno izpostavljen sevanju, je 1000 mikroSv/leto (1000 mikrosievertov na leto = 1 milisievert na leto) efektivne enakovredne 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 - tako imenovane 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 doze za prebivalca na robu ožje varstvene cone (radij 500m okoli reaktorja) 50 mikroSv/leto. Po odločbi republiškega komiteja za varstvo okolja in urejanju okolja (št. 350/F-6/88-DF/JV od 2.8.1988) pa je omejitev letne doze na ograji objekta, ki zajema tako prispevke reaktorja kot začasnega skladišča radioaktivnih odpadkov, 200 mikroSv. Po odločbi Republiškega energetskega inšpektorata (31-04/83-5 od 6.2.1984) pa obstajajo tudi druge izvedene omejitve (npr. letna aktivnost tekočih in plinastih efluentov).

Tabela 8.4: Pregled virov in velikosti sevalnih obremenitev prebivalcev v okolici NEK za leto 1996.
Obremenitve so ocenjene za odraslega posameznika iz referenčne skupine, ki prejema največje doze izmed vseh starostnih skupin in uživa izključno lokalno pridelano hrano. Podatki iz tabele, razvrščeni po virih, so grafično predstavljeni tudi na diagramu.

A. NOTRANJE OBSEVANJE (posledica vnosa in prisotnosti radionuklidov v telesu ter njihovega sevalnega učinka na telo)	efektivna ekvivalentna doza v 1996 (*1) (mikroSv/leto)
A.1. zaradi vnosa z dihanjem (inhalacijo) iz naslednjih virov:	
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 nakopičeni svinec-210 - resuspendirani umetni radionuklidi	17 0.001
A.1.3. zračna emisija NE Krško - tritij, ogljik-14, jod-131, partikulati	0.2
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 - uranov in torijev niz - ostalo seštevek	180 140 40 360
A.2.2. splošna kontaminacija (Černobil, jedrske eksplozije, tehnološko kopičenje umetnih radionuklidov) - hrana - Černobil - ostalo - voda seštevek	6 <0.04 6
A.2.3. tekoče (Sava) in zračne (used) emisije NE Krško - hrana - voda seštevek	< 3 < 0.02 3
delna vsota za ingestijo	369
zaokrožena delna vsota za notranje obsevanje	1690
B. ZUNANJE OBSEVANJE (posledica virov sevanja izven telesa v okolju ter njihovega sevalnega učinka na telo)	
B.1. zaradi medicinske diagnostike (*4)	1500 (300)
B.2. zaradi naravnega sevanja (kozmičnega in terestrialnega) - kozmična nevtronska komponenta - kozmično in terestrialno sevanje (U,Th niz, K-40, kozmično sevanje)(*5)	30 770
B.3. zaradi černobilskega vseda v okolju (*6)	66
B.4. zaradi plinskih emisij NE Krško	3.4
zaokrožena delna vsota za zunanje obsevanje	2400
celotna vsota za notranje in zunanje obsevanje (zaokroženo) z višjim medicinskim prispevkom (1500 µSv/leto) z nižjim medicinskim prispevkom (300 µSv/leto)	4100 2900

(*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 bivališče 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. Po predlogu ICRP Publication 65 iz leta 1993 bi prejel enako letno dozo prebivalec, ki bi živel v okolju s povprečno ravnovesno radonovo koncentracijo 22 Bq/m³, oz. koncentracijo Rn-222 55 Bq/m³, pri čemer bi prebil 80 % časa doma in 20 % časa na delu. Slednje vrednosti koncentracij so bliže izmerjenim v Sloveniji (M. Križman et al., Proceedings, Symposium on Radiation Protection in Neighbouring Countries in Central Europe - 1995, Portorož, Slovenija, str. 66, jan. 1996).

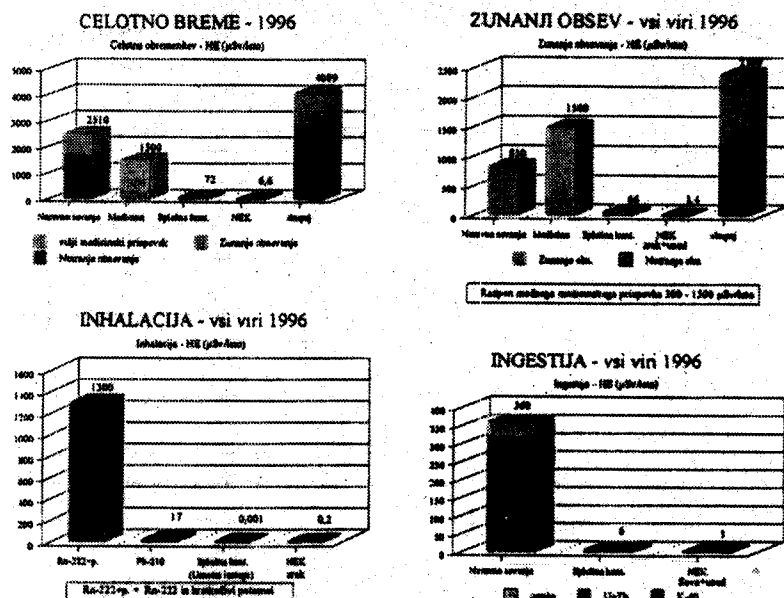
(*3) - Poraba določena na podlagi "Analize prehrabnenih navad prebivalstva v Sloveniji" za "mešano" gospodinjstvo, VZZSV, Ljubljana, - dopis Republiškega komiteja za zdravstveno in socialno varstvo št. 2005/68-58 od 6.11.1989. Za povprečno obremenitev z naravnimi radionuklidi so uporabljeni podatki iz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

(*4) - Podatki vzeti iz vladnega poročila ZRN za 1989. leto (Bericht der Bundesregierung über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung für 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: Meritve radioaktivnosti v okolici NEK - Poročilo za leto 1996, IJS DP-737



Slika 8.2. Okolica NEK - referenčna skupina

8.3 NADZOR RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI RAKTORSKEGA CENTRA PODGORICA

Nadzorne meritve radioaktivnih izpustov in radioaktivnosti v okolju v letu 1996 so izvajali na osnovi programa, ki ga je potrdila URSJV. Glavni izpusti v okolje so bili sproščanje Ar-41 v ozračje (prezračevanje zaščitnega sistema reaktorja in izpusti tekočih efluentov v reko Savo, pretežno iz laboratorija za radiokemijo).

Konservativna ocena letne efektivne doze na posameznika iz prebivalstva, ki živi v bližini lokacije reaktorja, je dala za leto 1996 sledeče vrednosti: 0.3 mikroSv zaradi inhalacije Ar-41 in 1.0 mikroSv ob predpostavki da posameznik pije vodo neposredno iz reke Save.

8.4. REDNI NADZOR RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI RŽV V LETU 1996

Obseg programa nadzora

Rudnik urana Žirovski vrh je obratoval v času od decembra 1984 do 1.7.1990, ko so bila ustavljena vsa rudarska dela in predelava rude. Zakon o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude, ki je bil sprejet dve leti kasneje (Ur. list RS štev. 36/92), zahteva radiološki nadzor okolja tudi v času zapiranja rudnika in v obdobju po zaprtju rudnika. Program meritev obsega merjenje radona in njegovih kratkoživih potomcev v ozračju, merjenje specifičnih aktivnosti dolgoživih naravnih radionuklidov uran-radijeve razpadne vrste v zraku, površinskih vodah, sedimentih, vodni bioti, v hrani in krmi, v zemlji ter merjenje zunanjega sevanja gama v življenjskem okolju. Nadzor je osredotočen predvsem na dolinske in naseljene predele okolja RŽV, pretežno do razdalje 3 km od centralnih obratov rudnika. Meritve radioaktivnosti se primerjalno izvajajo tudi na bolj oddaljenih področjih, koder vpliv rudnika ne seže; na tej osnovi se oceni prispevek rudnika k radioaktivni kontaminaciji okolja.

Nadzorne meritve je v letu 1996 izvajala pooblaščen organizacija za izvajanje ukrepov varstva pred sevanji Zavod RS za varstvo pri delu.

Rezultati nadzornih meritev

V sedanjí fazi zapiranja rudnika so se zmanjšale skupne emisije radona in tekočih iztek v okolje, tako, da so se imisijske koncentracije radionuklidov v posameznih medijih delno znižale.

Najbolj je opazna ta razlika pri koncentracijah dolgoživih radionuklidov v trdnih delcih v zraku, ki so takoj po prenehanju rudarjenja upadle skoraj do običajnih ravni. Rezultati za leto 1996 kažejo, da je ocenjeno povišanje koncentracij radona v okolici rudnika v povprečju 7.8 Bq/m³ in je podobno kot v prejšnjih letih: (leta 1989 je znašal ocenjeni prispevek rudnika 8.2 Bq/m³, leta 1990 6.7 Bq/m³, v letih 1991 in 1992 7.9 Bq/m³, v letu 1993 6.6 Bq/m³, v letu 1994 7.8 Bq/m³ in v letu 1995 9.1 Bq/m³). Na koncentracije radona v poseljeni dolini Brebovščice vpivajo le nižinski viri emisij, predvsem emisije iz odlagališča jamske izkopenine na Jezbecu, iz nasutih površin pri zunanjih jamskih obratih ter iz izstopnega kanala pod jaloviščem Jezbec. Kontinuirne meritve radonovih potomcev so tudi v letu 1996 pokazale, da je v bližnji okolici jalovišč faktor ravnovesja med radonom rudniškega izvora in njegovimi potomci nizek; kar je upoštevano tudi v izračunu za oceno doze. Zaradi topografskih in meteoroloških specifičnosti lokacije RŽV ni mogoča močnejša disperzija radona v okolje (iz nižinskih emisijskih virov) in lahko prihaja do razširjanja visokih koncentracij radona v ozkem pasu po dolini tudi na večje razdalje, celo 3-4 km daleč.

Radioaktivnost površinskih voda se je v letu 1996 v splošnem zvišala glede na preteklo leto. Povprečna letna koncentracija urana v Brabovščici je ostala enaka (v letu 1995 so izmerili 13.8 mg U/m³ in prav tako v letu 1996). Pač pa so izmerili višje koncentracije radija kot v preteklem letu (v Brebovščici 19.8 ²²⁶Ra Bq/m³ oziroma 7.3 Bq/m³ v letu 1996; V Todraščici 38 Bq/m³ v letu 1996 oziroma 33 v letu 1995). Glavni viri onesnaževanja vode, ki so ostali po prenehanju izkoriščanja uranove rude, so jamska voda, odlagališče jamske jalovine na Jezbecu in odlagališče hidrometalurške jelovine na Borštu. Odcedna voda iz odlagališča HMJ odteka neposredno v okolje. To je tudi glavni razlog, da so koncentracije radija v Todraščici zlasti v sušnem obdobju precej višje kot v Brebovščici. Enako velja tudi za sedimente v obeh vodotokih.

V ribah in v kmetijskih pridelkih so vsebnosti pomembnih radionuklidov (^{226}Ra in ^{210}Pb) v splošnem nizke, vendar pa so višje od tistih na referenčnih lokacijah. Opazno so bile doslej višje vsebnosti radionuklidov v pridelkih, v vzorcih hrane in krme na kmetiji, ki leži v neposredni okolici odlagališč HMJ. Tega v letu 1996 ni bilo mogoče z meritvami vzorcev ponovno potrditi (propadanje kmetije!). Vsebnost radionuklidov ^{226}Ra in ^{210}Pb v kmetijskih pridelkih, hrani in krmi iz okolci Todraža je nižja in kaže, da znižanje radioaktivnosti v zračnih delcih pomeni v splošnem majhno površinsko kontaminacijo pridelkov in trave v dolini Brebovšnice, razen seveda v neposredni okolici jalovišč.

Zunanje sevanje vama v okolici odlagališč se po prenehanju rudarjenja spreminja v skladu z značajem preureditvenih del na odlagališčih, kot so oblikovanje in utrjevanje površine odlagališč, selitve materiala iz drugih lokacij na skupno odlagališče, delna prekrivanja površin, itd. V letu 1996 so bila izvedena merjenja sevanja gama v okolici vseh odlagališč (jamske izkopnine na Jazbecu, na podkopih P-1 in P-9, ter odlagališču HMJ). Povečano zunanje sevanje je mogoče izmeriti do razdalje nekaj deset metrov, vendar je še vedno mogoče najti posamezna vroča mesta na lokacijah, ki so zunaj označenih mej odlagališča (ostanki nekdanj izkopane in odložene rude). Začasno prekritje jalovišča na Borštu je precej zmanjšalo doze v okolici, vendar pa je bilo v 1996 še

vedno mogoče izmeriti povišane hitrosti doze 100-200 m od ograje jalovišča.

Izpostavljenost prebivalstva

Na področju, ki ga zajame precej enakomerni vpliv rudnika urana, živi približno 250-300 prebivalcev. Večina odraslega prebivalstva so kmetovalci ali pa so zaposleni drugod, v bolj oddaljenih krajih. Pri oceni efektivne doze za prebivalstvo zaradi emisij RUŽV so upoštevane naslednje prenosne poti:

- inhalacija dolgoživih radionuklidov,
- inhalacija ^{222}Rn in njegovih kratkoživih potomcev,
- ingestija (vnos s hrano in vodo) po vodni in kopni prehrabeni poti,
- zunanje sevanje gama.

Dozni pretvorbni faktorji za oceno efektivne doze so privzeti po Basic Safety Standards (1996), pri čemer pa so zadržali izračun efektivne doze za inhalacijo radona in njegovih kratkoživih potomcev po publikaciji ICRP 50 (1988). V končnem seštevku ni upoštevana doza zaradi potencialnega zauživanja vode iz površinskih vodotokov, saj jih prebivalci ne uporabljajo ne kot vir pitne vode, niti za zalivanje ali namakanje.

Tabela 8.5. Letna efektivna doza, RUŽV v letu 1996

Prenosna pot	Podrobnejši opis, pomembni radionuklidi	Letna efektivna doza (mSv)
Inhalacija	- aerosoli z dolgoživimi radionuklidi U, ^{226}Ra , ^{210}Pb - samo ^{222}Rn - Rn-kratkoživi potomci	0.007 0.006 0.251
Ingestija	- U, ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{230}Th v pitni vodi (površinske vode, podtalnica) - ribe (^{226}Ra , ^{210}Pb) - kmetijski pridelki in hrana (^{226}Ra , in ^{210}Pb)	1
Zunanje sevanje	- γ sev. ^{222}Rn in Rn-potomcev (depozicija, imerzija) - γ sev. dolgoživih radionuklidov (aerosoli) - okolica odlagališč (γ sev.)	0.003 - 0.001

Skupna letna efektivna doza zaradi RUŽV v letu 1996 (zaokroženo): **0.32 mSv/leto**

Ocena je izdelana za tisti del odraslih posameznikov znotraj širše skupine prebivalstva, ki prejema letno najvišje dodatne doze. K izpostavljenosti največ prispeva inhalacija rudniškega radona in potomcev. Najbolj so obremenjeni prebivalci iz naselja Gorenja Dobrava, ki leži 1.3 km severno od nekdanjih zunanjih obratov RUŽV. Na osnovi rezultatov koncentracije radona in ob upoštevanju meteoroloških parametrov se je namreč izkazalo, da obstajajo prav tu najvišje ravnotežno ekvivalentne koncentracije rudniškega radona. Obsewna obremenitev okoliškega prebivalstva zaradi prisotnosti nekdanjega rudnika urana je bila v letu 1996 blizu vrednostim iz preteklih let in iz obdobja obratovanja RUŽV.

8.5. KARTA KONTAMINACIJE TAL S Cs-137 V SLOVENIJI

Krajevna porazdelitev Cs-137 v Sloveniji. V letu 1986 je inštitut Jožef Stefan izvajal meritve vsebnosti černobilskih kontaminatov v vzorcih travniških tal po gamaspektrometrijski metodi. Na tej osnovi je izvajalec raziskovalne študije, Inštitut za geologijo in geofiziko (IGGG, nosilec M. Andjelov) v prvem delu izdelal karto kontaminacije ozemlja z dolgoživimi radionuklidom Cs-137 za čas neposredno po nesreči v Černobilu. Prvotno dobljene rezultate izpred desetih let je bilo potrebno v tej fazi delno korigirati, saj pedološki način vzorčevanja zemlje, ki so ga izvedli takrat, ni bil

usklajen z metodologijo za določevanje površinske radioaktivnosti tal. Regionalna porazdelitev površinske kontaminacije s Cs-137 v Sloveniji je podana na karti na sliki 8.3.

Najvišje vrednosti so bile izmerjene v gorskih predelih (50-70 kBq/m²) z veliko padavinami, medtem ko so bile za osrednji predel Slovenije značilne vrednosti okrog 20-25 kBq/m².

V drugem delu raziskave so preiskovali kontaminacijo tal s Cs-137 v letu 1996, to je deset let po černobilski nesreči. Razmere seveda niso bile identične tistim neposredno po nesreči: takrat so bila tla dejansko le površinsko kontaminirana, medtem ko se je v naslednjih letih Cs-137 porazdelil tudi po globini: bolj globoko je prodrl na bolj prepustnih (peščenih) tleh, bolj na površju je ostal na manj prepustnih (zagljinjenih) tleh. Izvajalci meritev so uporabili metodo in-situ spektrometrije z gama z detektorjem NaJ(Tl), s katero pa se na da prepoznati dejanske globinske porazdelitve.

Rezultati v tem delu študije se kvalitativno precej dobro ujemajo s prvotnimi meritvami (glej slika 8.4.). Izvajalci ponovno ugotavljajo kontaminacijo v severozahodnem (alpskem) predelu Slovenije, najnižjo pa v Beli krajini, vzhodni Štajerski in v Prekmurju. Vendar se izkaže, da je po 10 letih s to metodo absolutna kvantitativna določitev vsebnosti Cs-137 v zemlji povsem nezanesljiva. Izračunamo lahko, da gre sicer 20% zmanjšanje aktivnosti na račun fizikalnega razpada Cs-137 (razpolovni čas 30,2 leti), kljub aproksimativni globinski korekciji rezultatov pa so izvajalci s to metodo ugotovili v povprečju le še okrog 40 % prvotne kontaminacije iz leta 1986, za manjkajočih 40 % pa v študiji ni podan ustrezen odgovor. Dejanska kontaminacija tal (kot to dokazujejo večletni rezultati pooblaščenih organizacij ZVD in IJS) je verjetno dvakratnik tiste, ki so jo izvajalci IGGG podali v

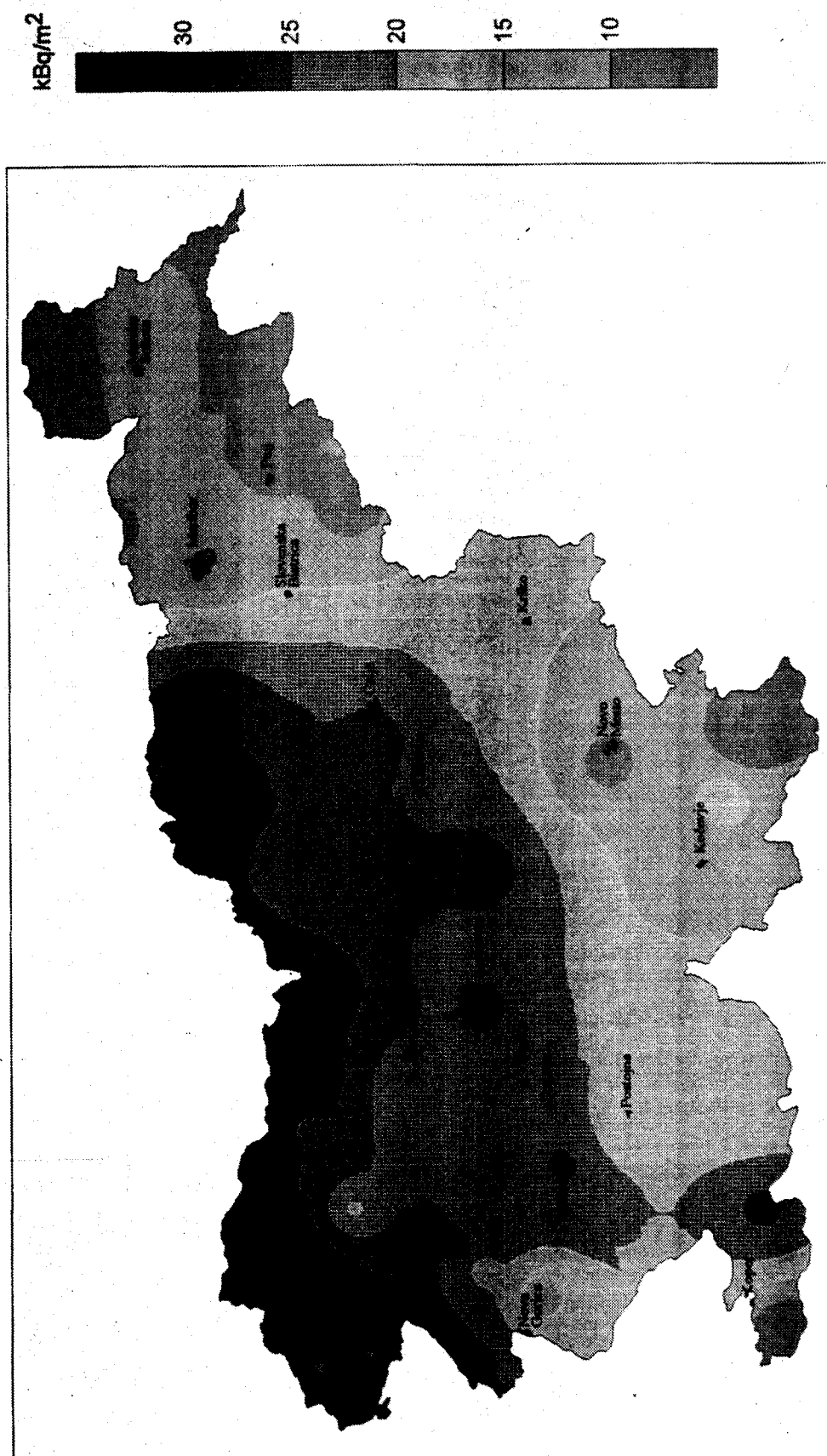
preglednici ter na po-černobilski karti v svojem poročilo.

8.6. RADIOAKTIVNOST TERMALNIH IN MINERALNIH VOD V SLOVENIJI

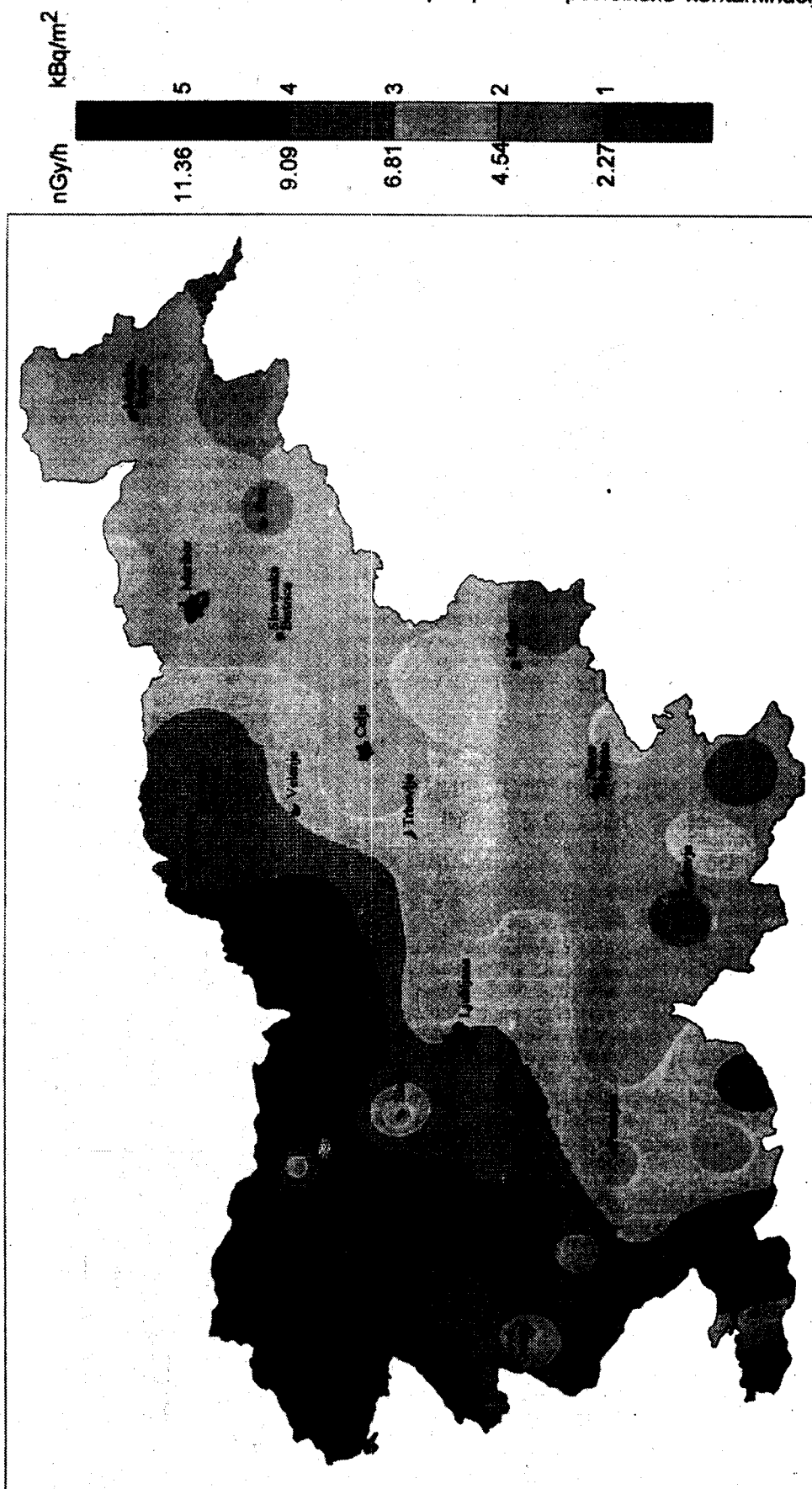
Meritve sevanja v termalnih zdraviliščih, (Zavodu RS za varstvo pri delu, ZVD). V Sloveniji je več delovnih mest, kjer bi obstajala možnost povišanih koncentracij rodona. Iz strokovnih in turističnih virov je znano, da se med te lahko uvrščajo med drugim tudi zdravilišča s termalnimi vreli. Voda v toplicah vsebuje raztopljeni radon, ki se ob dvigu na površje sprošča v ozračje in povečuje koncentracije v zaprtih prostorih. Prav tako je v teh vodah pričakovati višje vsebnosti dolgoživih radionuklidov. Do sedaj znani podatki ne dajejo celovite slike o izpostavljenosti sevanju zaposlenih v toplicah pri nas in Slovenija ne more o tem poročati Združenim narodom (za UNSCEAR Report).

Rezultati dosedanjih raziskav ZVD kažejo, da termalne vode v Sloveniji še zdaleč ne vsebujejo tolikšnih koncentracij rodona, da bi bilo delovno okolje osebja v zdraviliščih obremenjeno nad mejami, ki veljajo po mednarodnih priporočilih za koncentracije rodona v stanovanjih. Vsekakor pa so koncentracije rodona daleč pod mejo 1000 Bq/m³, ki je po mednarodnih standardih (Basic Safety standards, IAEA 1996) sprejeta za radon na delovnih mestih. Zbiranje vseh podatkov do časa izdaje tega poročila še ni končano. Kar zadeva radioaktivnost ustekleničenih mineralnih vod pa rezultati kažejo, da so koncentracije raztopljenega Ra-226 za en velikostni razred višje kot v površinskih vodah v Sloveniji. Posebej preseneča prisotnost kozmogenega radionuklida Be-7 v vseh vzorcih voda, kar daje sklepati na stalni dotok padavinske vode v podtalje oziroma kaže na specifično tehnologijo priprave oziroma polnjenja ustekleničenih pitnih vod.

Slika 8.3.. Regionalna porazdelitev kontaminacije tal s Cs-137 neposredno po černobilski nesreči (1986) - na osnovi gamaspektrometrične analize vzorcev (IJS)



Slika 8.4. Kontaminacija tal s Cs-137 deset let po črnobilski nesreči (1996) - na osnovi terenskim meritev s prenosnim gama-spektrometrom in ob predpostavki površinske kontaminacije (IGGG)



8.7. Zaključna ocena

Meritve radioaktivnosti v življenjskem okolju v Sloveniji obsegajo vsako leto merjenje splošne radioaktivne kontaminacije, ki je posledica nekdanjih jedrskih poskusov v ozračju in jedrske nesreče v Černobilu. Nadalje obsegajo nadzor radioaktivnosti v neposrednem okolju objektov in naprav, ki s svojim obratovanjem povzročajo povišane ravni sevanja v okolju. Tu sem spadajo predvsem objekti iz jedrskega gorivnega kroga (nuklearna elektrarna, raziskovalni reaktor, prehodno skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov, rudnik in predelava urana). Tudi tehnološko spremenjena naravna radioaktivnost je občasno predmet nadzora radioaktivnosti v okolju, predvsem velja to za odlagališče pepela iz termoelektrarno.

Rezultati meritev splošne kontaminacije v okolju tudi v letu 1996 niso pokazali bistvenih sprememb; v nekaterih vzorcih je vsebnost dolgoživih fisijskih radionuklidov celo zdržnila na predčernobilsko raven. Dodatno prejeta doza posameznikov iz prebivalstva iz tega vira je v letu 1996 bila ocenjena 0.06 mSv. Rezultati študije iz leta 1996 o kontaminaciji tal s cezijem-137 v Sloveniji (izdelana je bila karta Cs-137 za stanje neposredno po černobilski nesreči in karta Cs-137 na osnovi meritev deset let kasneje) so ustrezna osnova za vrednotenje sedanje radioaktivnosti v okolju.

Jedrski objekti v Sloveniji prispevajo k radioaktivnosti v okolju na ravni dosedanjih ugotovitev: posamezniki iz skupine prebivalstva prejmejo letno največ v okolici nekdanjega rudnika na Žirovskem vrhu (0.32 mSv), nato v okolici jedrske elektrarne v Krškem (0.01 mSv), najmanj pa v okolici raziskovalnega reaktorja v Podgorici (0.001 mSv). Obsevana obremenitev prebivalstva v okolju teh objektov je torej nekajkrat nižja od pripadajočih letnih mejnih doznih vrednosti.

9.0. NADZOR NAD VIRI IONIZIRNIH SEVANJ IN NAD DELOM Z NJIMI

9.1. JEDRSKI OBJEKTI

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije (ZIRS) je nadzoroval Nuklearno elektrarno Krško (NEK) in Institut "Jožef Štefan" (IJS) z reaktorjem TRIGA na Brinju pri Ljubljani. Inšpektorat je v NEK opravil sedem inšpekcijskih pregledov, v IJS pa šest, od tega enega v sodelovanju z inšpektorjem za jedrsko varnost v Reaktorskem centru na Brinju. V NEK Krško z radiološkega vidika ni bilo večjih problemov. Nadzor je bil pogostejši med remontnimi deli, kjer so nekateri delavci prejeli doze do 20 mSv. Pregled v mesecu decembru je bil namenjen tudi obravnavi relativno visokih doz med 4 in 17 mSv, ki so jih prejeli posamezniki v dneh 4.10. in 11.10.1996, ko so med obratovanjem reaktorja poskušali identificirati mesto puščanja vode iz sekundarnega dela uparjalnika štev. 2.

V IJS se je stanje izboljšalo glede na predhodno leto. Upoštevana je bila odločba ZIRS iz leta 1995 in večina delavcev je opravila predpisane obvezne letne zdravstvene preglede zaradi dela v območju z viri ionizirnih sevanj. Delavci iz Laboratorija za jedrsko kemijo v letu 1996 niso prejeli tako visokih mesečnih doz kot predhodno leto.

Pri pregledu prehodnega skladišča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov v Reaktorskem centru na Brinju je bilo ugotovljeno, da odpadki niso sistematično razporejeni glede na vrsto izotopov in aktivnost ter da podatki o virih sevanj niso urejeni popolnoma v skladu s predpisi predvsem zaradi pomanjkljive dokumentacije, ki je uporabniki (predvsem iz industrije) niso priložili pri oddaji

virov.

V letu 1996 so se nadaljevala dela in popravila v vroči celici v Reaktorskem centru, ki je stara že okrog 30 let. Največji radiološki problem je predstavljala dekontaminacija večje celice, saj so hitrosti doze na nekaterih robovih prostora dosegle 1 mSv/h. Postopki dekontaminacije niso bili izdelani v pisni obliki.

9.2. RUDNIKI IN DRUGI VIRI RADONA

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije je v sodelovanju s pooblaščenimi organizacijami redno nadzoroval Rudnik Žirovski vrh (RŽV), Rudnik svinca in cinka Mežica (RSCM) ter Postojnsko jamo.

V RŽV je inšpektor opravil en tehnični pregled skladišča eksploziva in tri inšpekcijske preglede predelovalnih objektov ter jalovišč. V tem sklopu objektov razen izhajanja radona iz odlagališč jalovine ni bilo večjih radioloških problemov. Na podlagi dveh pregledov ter dodatnih sestankov in dogovorov je ZIRS spomladi 1996 določil avtorizirane meje za izpuste radioaktivnih snovi, radiološko kontaminacijo in druge pogoje k lokacijskemu dovoljenju pri izvedbi zapiranih del. Zaradi pritožbe enega zaposlenega delavca proti vodstvu RŽV v zvezi z izvajanjem varstva pri delu pred ionizirnimi sevanji in pred strupenimi kemikalijami od leta 1986 do leta 1996 je bil decembra opravljen tretji inšpekcijski pregled. Zaradi pomanjkanja podatkov in preverjanja utemeljenosti pritožbe se bo ugotovitveni postopek nadaljeval še v letu 1997. V RSCM Mežica so izvajali naloge, opredeljene v odločbi ZIRS iz leta 1995, kar je bilo ugotovljeno na inšpekcijskem pregledu februarja 1996. Zaradi povišane vsebnosti radona in njegovih kratkoživih potomcev v jami so delavci RSCM prejeli v letu 1996 dozo sevanja, ki je znašala v povprečju okrog 5,5 mSv. To je okrog trikrat manj od avtorizirane meje in vrednosti, ki so jih delavci prejeli v letu 1995. Ker so bile doze v letih 1995 in 1996 znatno manjše kot leta 1994 ter niso nikdar presegle meje 50 mSv/leto, ZIRS ni zahteval posebnih dodatnih ukrepov. V letu 1997 se bo nadzor nadaljeval, posebna recenzijska komisija pa bo pregledala in ovrednotila poročilo o zdravstvenih pregledih delavcev, ki jo je izdelal Zavod RS za varstvo pri delu. Za zaposlene še vedno niso bile ocenjene življenjske dozne obremenitve posameznih delavcev kljub zahtevi v odločbi.

Podobne ukrepe je ZIRS z odločbo, izdano jeseni 1995, zahteval tudi od Postojnske jame zaradi obremenjenosti vodičev in drugih jamskih delavcev z radonovimi potomci v zraku. Zaradi večkratnih zaporednih menjav direktorja jame pa se je izvrševanje ukrepov pričelo šele poleti 1996. Radiološke meritve je izvajal Institut "Jožef Štefan", zdravstvene preglede pa Zavod RS za varstvo pri delu. Letne dozne obremenitve zaposlenih so bile podobne kot leta 1995 v rudniku Mežica (okrog 15 mSv). Za dozne obremenitve zaposlenih so bile podobne kot leta 1995 v rudniku Mežica (okrog 15 mSv). Za zaposlene še vedno niso bile ocenjene življenjske dozne obremenitve posameznih delavcev kljub zahtevi v odločbi.

V letu 1996 je ZIRS opravil tudi devet inšpekcijskih pregledov neurejenega skladišča radioaktivnih odpadkov iz Onkološkega inštituta v opuščeni vojašnici pri Zavrnatcu. Med prvim pregledom v aprilu je bilo ugotovljeno, da vsebina odpadkov ni natančno znana. Zato je bila Agenciji za radioaktivne odpadke izdana ureditvena odločba, da bi se izvršila inventarizacija in prepakiranje odpadkov. Za to nalogo je bil izbran Institut "Jožef Štefan", ki je nalogo do predvidenega roka (konec oktobra) opravil. Odpadki so zdaj še vedno v opuščeni vojašnici pri Zavrnatcu.

V zvezi s problematiko radona je ZIRS opravil še sedem drugih inšpekcijskih pregledov:

- v dveh vrtcih (v Idriji in v Medvodah),

- v osnovni šoli v Retečah pri Škofji Loki,
- v hiši nad kraško jamo v Ivanjem gradu pri Komnu (dvakrat),
- v Bolnišnici Sežana zaradi izvajanja speleoterapije,
- na odlagališču pepela v podjetju Hoja iz Škofljice.

Na podlagi teh pregledov sta bili izdani dve ureditveni odločbi. Osnovni šoli "Cvetko Golar" Škofja Loka je bilo odrejeno, da v Retečah sanira učilnico s povišano vsebnostjo radona, da pooblaščen organizacija nadaljuje z merjenji radioaktivnosti ter določi dozno obremenitve učencev in učiteljice ter da učiteljica opravi preventivni zdravstveni pregled v pooblaščen zdravstveni organizaciji. Termoelektrarna Toplarna Ljubljana pa mora naročiti meritve radioaktivnosti pepela pri pooblaščen organizaciji (vsak kompozit ladijskih pošiljk indonezijskega premoga in vzorec premoga iz Trbovelj na vsakih 100.000 ton) ter izdajati obvezna navodila tistim, ki prekrivajo površine s tem pepelom.

ZIRS se je še odzval povabilu Termoelektrarne Toplarnje Ljubljana in se udeležil strokovne ekskurzije v Kochflachu (Avstrija) v zvezi s saniranjem odlagališč elektrofilterskega pepela.

Institut "Jožef Štefan" je po naročilu ZIRS v jesensko-zimskem obdobju šolskega leta 1996-97 ponovno izmeril vsebnosti radona v tistih osnovnih šolah in vrtcih, kjer so izidi merjeni pred nekaj leti pokazali, da so bile vrednosti višje od 1000 Bq/m³. Število tako izbranih šol je bilo 24, vrtcev pa 6. Na podlagi novih izidov merjenj ZIRS v letu 1997 nadaljuje z dodatnimi ukrepi in je sedmim šolam in dvema vrtcem že izdal ureditvene odločbe za zmanjšanje radiološke obremenjenosti otrok in zaposlenih (prezračevanje, nadaljevanje s kontrolnimi merjenji, pošiljanje na usmerjene zdravstvene preglede, saniranje virov radona).

9.3. ONKOLOGIJA IN NUKLEARNA MEDICINA

Zdravstveni inšpektorat RS nadzoruje sedem klinik oziroma bolnišnic v Republiki Sloveniji, kjer uporabljajo odprte vire sevanj (radiofarmacevtike) za diagnostiko in terapijo: Klinični center Ljubljana - Klinika za nuklearno medicino, Onkološki inštitut Ljubljana, bolnišnice v Mariboru, Celju, Slovenj Gradcu, Šempetru pri Gorici in v Izoli. V teh objektih je bilo opravljenih 14 inšpekcijskih pregledov, od tega 7 v okviru Komisije za ugotovitev izpolnjevanja

pogojev za delo z radiofarmacevtiki.

Šest pregledov je bilo potrebno opraviti v Onkološkem inštitutu, kjer je bilo stanje najbolj pereče zaradi prenizke varnostne kulture (nediscipliniranosti pri opravljanju zdravstvenih pregledov), razmeroma visokih sevalnih obremenitev in neprimernih prostorov. Onkološkemu inštitutu je bila izdana odločba o prepovedi dela za delavce, ki niso opravili predpisanih zdravstvenih pregledov, ter na koncu leta 1996 še sklep o izvršbi v primeru, da ne bi dokončali svojih obveznosti v zvezi s sanacijo brahiradioterapevtskega in nukleomedicinskega oddelka. Kliniki za nuklearno medicino je bil rok za izvršitev podobne odločbe podaljšan do 1.5.1997. Za bolnišnico Maribor pa je bil pripravljen osnutek odločbe o prepovedi dela zaradi neizvajanja obveznih strokovnih pregledov z vidika varstva pred sevanji ene od dveh pooblaščenih organizacij. Tudi Splošna bolnišnica Celje je prejela odločbo, s katero je bilo odrejeno, da odpravi nepravilnosti do 31.12.1996. Slabše stanje kot pred dvema letoma je bilo v Izoli, kjer od meseca maja 1995 ni več dovoljeno delo z radioaktivnimi snovmi, ki vsebujejo tehnecij ⁹⁹Tc in jod ¹³¹I.

Skupna ugotovitev je, da zahtev v skladu z veljavnimi predpisi nista izpolnjevala predvsem Onkološki inštitut in Splošna bolnišnica Izola. Tudi v vseh drugih oddelkih za nuklearno medicino so bile ugotovljene nepravilnosti.

Onkološki inštitut poleg odprtih virov sevanj uporablja še zaprte vire (2 izvora kobalta ⁶⁰Co, iridij ¹⁹²Ir, cezij ¹³⁷Cs in rutenij ¹³⁶Ru) ter tri elektronske pospeševalnike. Stanje radiološke zaščite je bilo v teleterapevtskem oddelku zadovoljivo, v brahiradioterapevtskem pa ne.

9.4. RENTGENSKE NAPRAVE V ZDRAVSTVU IN VETERINI

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije je imel dne 31.12.1996 evidentirano, da je v Sloveniji dovoljeno delo s 608 RTG napravami v zdravstvu in veterini. Razporeditev je bila po namembnosti v letih 1995 in 1996 - razpredelnica za leto 1996 je v skladu z UNSCEAR - Tabela 9.1.:

Tabela 9.1.

Namembnost	Stanje v letu 1995	Število novih dovoljenj	Prijavljeni odpisi	Stanje v letu 1996
zobni	259	+ 33	- 3	289
mamografski	15	+ 4	- 4	15
CT	9	+ 3	0	12
terapevtski	5	+ 1	- 1	5
diagnostični	270	+ 12	- 3	279
veterinski	5	+ 3	0	8
skupno	563	+ 56	- 11	608

Iz tabele 9.1. je razvidno, da je ZIRS izdal 56 uporabnih dovoljenj. Štiri vloge za izdajo uporabnega oziroma nabavnega dovoljenja niso bile dokončno rešene, ker stranke še niso izpolnile vseh predpisanih pogojev za nabavo in uporabo RTG naprav.

Diagnostične in terapevtske RTG naprave so postavljene v javnih zavodih na 85 lokacijah, v zasebnih ordinacijah pa na 7 lokacijah. Zobne RTG naprave so postavljene na 107 lokacijah v javnih zavodih in v 182 zasebnih ambulantah.

Zdravstveni inšpektorat RS je v letu 1996 opravil enajst inšpekcijskih pregledov v zdravstvenih organizacijah zaradi ugotovitve stanja RTG oddelkov oziroma RTG naprav in dela z njimi. Šestim uporabnikom so bile izdane ureditvene odločbe, in sicer:

1. Kliničnemu centru Ljubljana, Institutu za anesteziologijo,
2. Zdravstvenemu domu Rudnik,
3. Dispanzerju za medicino dela, prometa in športa Jesenice,

4. Splošni bolnišnici Izola,
5. Zdravstvenemu domu Slovenske Konjice,
6. Zdravstvenemu domu Piran.

Z ureditvenimi odločbami je bilo prepovedano delo z osmimi RTG napravami. V Zdravstvenemu domu Piran je bilo potrebno odpraviti pomanjkljivosti v prostorih. V Kliničnem centru Ljubljana - Institutu za anesteziologijo je bilo potrebno izdelati ocenjevalno analizo in zdravstveno oceno tipičnih delovnih mest za ugotavljanje obremenitve in škodljivosti za delavce OE Kirurška služba - Institut za anesteziologijo.

9.5. RADIOKEMIJSKI IN DRUGI LABORATORIJI

Poleg laboratorijev za nuklearno medicino so pod nadzorom še drugi laboratoriji z odprtimi viri sevanj, kjer pa uporabljajo okrog tisočkrat manjše aktivnosti in potencialna radiološka nevarnost ni velika. Ti laboratoriji so na Medicinski fakulteti (Inštitut za farmakologijo in eksperimentalno toksikologijo, Inštitut za anatomijo, Inštitut za mikrobiologijo, Inštitut za patofiziologijo, Inštitut za patologijo, Inštitut za biokemijo), na drugih fakultetah v Ljubljani (za veterino, za kemijo), na Inštitutu za biologijo v Piranu, v Kliničnem centru Ljubljana (Inštitut za klinično kemijo in klinično biokemijo), v Zavodu RS za transfuzijo krvi, v Institutu "Jožef Štefan" (Odsek za biokemijo, Odsek za kemijo okolja), v Kemijskem inštitutu Ljubljana, v Leku. Pooblaščenici organizaciji (ZVD in IJS) laboratorije enkrat letno pregledata.

Zaprte vire sevanja z nizko aktivnostjo uporabljajo še pri izobraževanju študentov na Fakulteti za fiziko v Ljubljani in na Medicinski fakulteti (Inštitut za biofiziko) ter pri kalibracijah in preizkusih merilnikov ravni sevanja in kontaminacije (predvsem Zavod RS za varstvo pri delu, Institut "Jožef Štefan" in NE Krško). V letu 1996 je bil opravljen tudi pregled zaprtih virov sevanja, ki vsebujejo tritij ^3H , uporablja pa jih Ministrstvo za obrambo RS.

9.6. GOSPODARSTVO

V letu 1996 je bilo pod nadzorom Zdravstvenega inšpektorata RS 84 delovnih organizacij v gospodarstvu, kjer so imeli in uporabljali 270 zaprtih virov sevanja za:

1. radiografijo z iridijem, cezijem ali kobaltom - 22 virov v 12 organizacijah,
2. strelovode z evropijem ali kobaltom - 21 virov v 14 organizacijah,
3. merilnike debeline ali gostote v proizvodnji - 91 virov v 23 organizacijah,
4. merilnike vlažnosti/gostote materialov na terenu - 53 virov v 17 organizacijah,
5. merilnikov nivojev tekočin ali nasutij - 83 virov v 20 organizacijah.

Stanje je bilo dne 27.1.1997 naslednje:

Radiografija: Gasilska brigada Koper - 1
IMK Ljubljana - 3
IMP Maribor - 2
IMP Črnuče - 2
Institut za varilstvo Ljubljana - 2
Ladjedelnica Izola - 1
Litostroj Ljubljana - 2
METAL Ravne - 3
Metalna Maribor - 3
M & K Laboratory Dornava - 1
Montavar Miklavž - 1
NE Krško - 1

Strelovski: Aerodrom Maribor - 2
AvtoLine (Orthaus) Kočevje - 2

Cestno podjetje Novo mesto (Drnovo) - 1
Helios Domžale - 5
Industrija usnja Vrtnika - 1
Inkop Kočevje - 1
Komunalna plinarna Celje - 1
Motel Grosuplje - 1
Smola Kočevje - 1
Stavbar Maribor - 1
Svilanit Kamnik - 1
Telekom Dragomer - 1
Titan Kamnik - 2
Tovarna vzmeti Ptuj - 1

Merilniki debeline ali gostote v proizvodnji:

Acroni Jesenice - 1
Aero Copy Celje - 2
Brest Cerkljica - 1
Filc Mengeš - 2
Goričane Medvode - 2
Impol Folije Slovenska Bistrica - 2
Impol Valjarna Slovenska Bistrica - 15
Intec Kranj - 1
Iskra Tenel Novo mesto - 1
Izoterm Plama Podgrad - 1
Juteks Žalec - 2
Konus Slovenske Konjice - 2
Paloma Sladki vrh - 1
Papirnica Vevče - 6
Radeče Papir - 8
Sarrio Slovenija Količevo - 5
Sava Vist Kranj - 4
Termoelektrarne toparne Ljubljana - 3
Termoelektrarne Šoštanj - 4
Tobačna Ljubljana - 13
Tovarna sladkorja Ormož - 10
Tokis Ilirska Bistrica - 1
Videm papir Krško - 4

Merilniki vlažnosti ali gostote na terenu:

Aktim Ljubljana - 1
Apros Maribor - 3
B & A & M Maribor - 2
Cestno podjetje Celje (Pirešica) - 2
Cestno podjetje Kranj - 1
Cestno podjetje Nova Gorica - 1
Cestno podjetje Novo mesto - 1
Gradbeni inštitut ZRMK Ljubljana - 6
Gradis Ljubljana - 4
Gradis Maribor - 2
IGGG Geofizika Ljubljana - 3
IGGG Geomehanika Ljubljana - 3
Igmat Ljubljana - 11
Primorje Ajdovščina - 4
PUV Žalec - 1
SGP Kraški zidar Sežana - 1
ZAG ZRMK Ljubljana - 7

Merilniki nivojev:

Cementarna Trbovlje - 2
Cinkarna Celje - 8
Coca Cola Žalec - 4
Julon Ljubljana - 3
Kemiplas Dekani - 5
Lesonit Ilirska Bistrica - 9
Metal Ravne/Štore - 4
Novolest Novo mesto - 1
Pivovarna Laško - 7
Pivovarna Union - 2
Radenska Radenci - 3
Sava TAP Kranj - 8

Slovenijavino Ljubljana - 1
 Steklarna Rogaška Slatina - 1
 TAM Metalurgija Maribor - 4
 Termo Škofja Loka - 6
 Treibacher Ruše - 1
 Termoelektrarne Šoštanj - 3
 Tovarna sladkorja Ormož - 3
 Vitacel Krško - 8

Pooblaščen organizacija Zavod RS za varstvo pri delu te vire enkrat letno pregleduje. Stanje ni bistveno izboljšano glede na prejšnje leto. Zaradi različnih vzrokov (največkrat so to lastninske ali kadrovske spremembe ter neredno plačevanje teh pregledov) v letu 1996 ni bilo pregledanih kar 24 delovnih organizacij (Aerodrom Maribor, Brest Cerknica, Cestno podjetje Nova Gorica, Helios Domžale, Impol Folije Slovenska Bistrica, Inkop Kočevje, Iskra Tenel Novo mesto, Industrija usnja Vrhnika, Izoterm Plama Podgrad, Konus Netex Slovenske Konjice, Litostroj Ljubljana, Metal Ravne, Metalna Maribor, Orthaus Kočevje, Primorje Ajdovščina, Novoles Novo mesto, Smola Kočevje, Stavbar Maribor, TAM Maribor, Termoelektrarne toplotne Ljubljana, Tokis Ilirska Bistrica, Tovarna vzmeti Ptuj, Videm papir Krško, Vitacel celuloza Krško, od tega 12 v zadnjih treh letih (Brest, CP N. Gorica, Iskra N. mesto, IU Vrhnika, Izoterm, Konus, Orthaus, Novoles, Smola,

Stavbar, Tokis, Tovarna vzmeti). Nekatere od teh organizacij ne obstajajo več, so v stečaju ali pa so se preimenovala.

V letu 1996 je Zdravstveni inšpektorat v teh organizacijah opravil 22 inšpekcijskih pregledov, od katerih so bile v 17 primerih ugotovljene pomanjkljivosti.

Skupno (odprti in zaprti viri sevanj) je Zdravstveni inšpektorat RS v letu 1996 izdal 56 dovoljenj za nabavo in uporabo radioaktivnih snovi, izdal 4 odločbe z ukrepi, da se nepravilnosti odpravijo ter 2 odločbi o prepovedi dela.

9.7. RENTGENSKE NAPRAVE V INDUSTRIJI IN DRUGIH OBJEKTIH

Zdravstveni inšpektorat Republike Slovenije je imel dne 31.12.1996 evidentiranih skupno 82 RTG naprav, ki jih uporabljajo v industriji (44), v MNZ in Vladi (20), na carinah in poštah (10), na Aerodromu Brnik (5) in v Institutu "Jožef Štefan" (3).

Uporabna dovoljenja so bila v letu 1996 izdana za 8 RTG naprav, odpisanih je bilo 17 naprav. Stanje nadzora na tem področju ni popolnoma urejeno zaradi nerednih pregledov naprav s strani pooblaščenih organizacij.

Tabela 9.2.

Stanje v letu 1995	Nova uporabna dovoljenja	Prijavljeni odpisi	Stanje leta 1996
108	+ 8	- 17	99
			82 pregledanih
			17 nepregledanih

9.8. IONIZACIJSKI JAVLJALNIKI POŽAROV

V letu 1996 je ZIRS izdal dovoljenja za nabavo in uporabo za 67 ionizacijskih javljalnikov požara trem uporabnikom. Njihovo evidenco vodijo in opravljajo redne letne preglede pooblaščen organizacije: Zavod RS za varstvo pri delu za 25523 javljalnikov na 389 lokacijah, Varnost Maribor za 4232 javljalnikov na 47 lokacijah in Inštitut za varstvo pri delu Maribor za 1482 javljalnikov na 24 lokacijah.

Skupno je bilo v Sloveniji pregledanih 31237 ionizacijskih javljalnikov požara na 460 lokacijah. Tudi za leto 1996 je opazen trend rasti pregledov (leta 1994 - 18927 javljalnikov na 304 lokacijah; leta 1995 - 22084 javljalnikov na 355 lokacijah; leta 1996 - 31237 javljalnikov na 460 lokacijah).

Menimo, da je še vedno 1/3 ionizacijskih javljalnikov požara brez nadzora, ker so se podjetja preoblikovala, novo nastala podjetja pa ne sklepajo pogodb s pooblaščenimi organizacijami, ne plačujejo stroškov in tudi ne prijavljajo morebitne demontaže in odstranitve ionizacijskih javljalnikov požara.

9.9. PREVOZI RADIOAKTIVNIH SNOVI

Še vedno je prepovedan prevoz radioaktivnih snovi po železnici, ker niso bili izpolnjeni predpisani pogoji (monitorji sevanja, usposobljenost delavcev, zdravstveni pregledi). Prevozi z letali so omejeni glede na mednarodne zahteve o prevozu nevarnih snovi. Letališče Brnik izpolnjuje pogoje iz varstva pred sevanji in v letu 1996 ni bilo problemov.

Glavni cestni prevozniki radioaktivnih snovi, ki so januarja 1997 izpolnjevali pogoje in imeli ustrezna dovoljenja, so: Janis Maribor, Intertrans Ljubljana, Institut "Jožef Štefan", IMP Montaža Maribor, IMP Promont Črnuče, M & K Laboratory, IMK Ljubljana, Institut za varilstvo Ljubljana in Montavar Miklavž. Radioaktivne sonde za določanje gostote in vlažnosti materialov (večinoma proizvajalca TROXLER) prevažajo še vsa cestna podjetja, navedena v 4. točki seznama v enem od predhodnih poglavij.

Preko državne meje organizirajo prevoze radioaktivnih snovi različna uvozna/izvozna podjetja, od katerih so bila v radiofarmaciji najbolj dejavna Iris, Karanta, Krka in Genos, za katera je bilo posamično izdanih več kot 20 uvoznih dovoljenj. Drugi (IJS, Lek, Sanolabor itn.) so letno izvršili manj od 20 uvozov. Pomemben tranzitni prevoznik je Biovit iz Varaždana, ki vsak teden preko Sežane in vsakih 14 dni z Brnika prevaža radiofarmacevtike v hrvaške bolnišnice. V mesecu novembru je bil Onkološki inštitut (vodja brahiterapevtskega oddelka) prijavljen sodniku za prekrške, ker je v začetku julija 1996 na mejni prehod Brnik z letalsko družbo Austrian Airlines prispela neprijavljena pošiljka radioaktivne snovi.

V letu 1996 je Zdravstveni inšpektorat RS po pooblastilu Ministrstva za zdravstvo v soglasju z Ministrstvom za notranje zadeve skupaj izdal 331 uvoznih, 20 tranzitnih in 8 izvoznih dovoljenj ter 31 dovoljenj za večkratne prevoze v Sloveniji. Prevozniki pošiljajo obvestila o posameznih prevozi najmanj 24 ur pred pričetkom na ZIRS in MNZ ali Policijo. Iz evidence sporočil ugotavljamo, da je bilo v letu 1996 izvršenih 363 prevozov skozi mejne prehode in 254 prevozov znotraj države. Cestna podjetja prevozov radioaktivnih sond ne prijavljajo Zdravstvenemu inšpektoratu.

9.10. IZPOPOLNJEVANJE ZNANJA IZ VARSTVA PRED SEVANJI

Izobrazba delavcev, ki delajo z radioaktivnimi snovmi, je nadzorovana in ustreza predpisom. Uposabljanje in preverjanje znanja opravljata pooblašteni organizaciji ZVD in IJS. Zaradi zastarelih in nepopolnih predpisov v zvezi z izpopolnjevanjem znanja iz varstva pred ionizirnimi sevanji je posebna delovna skupina, imenovana od Ministrstva za zdravstvo, že v letu 1995 pripravila nove programe iz varstva pred sevanji. Predsednik komisije bi moral programe poslati Ministrstvu za zdravstvo v potrditev.

Od 30. septembra do 4. oktobra 1996 se je predstavnik Zdravstvenega inšpektorata v Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo (v Reaktorskem centru pri Podgorici) udeležil mednarodnega enotedenskega seminarja z naslovom "Source term determination and emergency planning", ki je bil namenjen strokovnjakom in upravnim organom za izboljšanje učinkovitosti pri izvajanju ukrepov v primeru radioloških jedrskih nesreč.

Od 7. do 24. oktobra se je isti predstavnik ZIRS udeležil mednarodnega tritedenskega tečaja z naslovom "Safe transport of radioactive material", ki sta ga organizirala Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA, Dunaj) in Evropska Unija (Bruselj). Tečaj je potekal v Raziskovalnem centru za jedrsko energijo SCK-CEN v Molu v Belgiji.

9.11. USMERJENI ZDRAVSTVENI PREGLEDI

Delavci, ki delajo v območju z viri ionizirajočih sevanj, morajo najmanj enkrat letno (vsakih 12 mesecev) opravljati posebne zdravstvene preglede v pooblašteni zdravstveni organizaciji (Inštitut za medicino dela, prometa in športa ter Zavod RS za varstvo pri delu). Zdravstveno varstvo delavcev NEK opravljajo zdravniki v Zdravstvenem domu Krško, zdravstvene preglede delavcev Rudnika Žirovski vrh pa zdravniki v Zdravstvenem domu v Škofji Loki.

Pri nekaterih inšpekcijskih pregledih je ZIRS ugotovil nepravilnosti zaradi nerednega udeleževanja usmerjenih zdravstvenih pregledov. Po nedisciplini je izstopal Onkološki inštitut, ki mu je bila izdana tudi odločba o prepovedi dela v območju z viri ionizirajočih sevanj za tiste, ki teh pregledov niso opravili.

9.12. SEVALNA OBREMENJENOST DELAVCEV, KI DELAJO Z VIRI IONIZIRAJOČIH SEVANJ

V Sloveniji je bilo v letu 1996 pod redno dozimetrično kontrolo evidentiranih 3788 oseb, ki so delali v območju z viri ionizirajočih sevanj v zdravstvu, gospodarstvu, inštitutih ter ostalih organizacijah. V zdravstvu je bilo 1880 oseb pod dozimetričnim nadzorom, v gospodarstvu 458 oseb, v Nuklearni elektrarni Krško 889 oseb, v Rudniku Žirovski vrh 31 oseb, ostalih 561 oseb pa je bilo nadzorovanih v drugih inštitucijah (MNZ, Carina, URSJV, ZIRS, IJS ipd.)

Postopoma se v Sloveniji uvaja uporaba termoluminescentnih dozimetrov (TLD), ki jih trenutno uporablja več kot 3000 oseb. Filmske dozimetre še vedno uporablja okrog 500 oseb. Pooblašteni organizaciji za merjenje prejetih doz sta Zavod RS za varstvo pri delu in Inštitut "Jožef Štefan", Ljubljana. Inštitut "Jožef Štefan" je izvajal dozimetrijo za Nuklearno elektrarno Krško (NEK), Onkološki inštitut (OI), za svoje sodelavce, in 216 drugih (URSJV, MNZ, Inštitut za biokemijo, RVZ). Zavod RS za varstvo pri delu je izvajal dozimetrijo za 2396 oseb. V letu 1996 je 2845 delavcev (75 %) prejelo manjše doze od 1 mSv, 769 delavcev (20 %) je prejelo letno dozo med 1 in 4,99 mSv, 174 delavcev (5 %) je prejelo več kot 5 mSv, vendar ni nihče prejel večje doze od 30 mSv. Ti delavci so bili v glavnem iz Nuklearne elektrarne Krško, ki so opravljali remonturna dela, kirurgi pri interventni radiologiji, ter delavci pri industrijski radiografiji in v Onkološkem inštitutu. Nekateri delavci v Onkološkem inštitutu (13 oseb) in v Kliniki za nuklearno medicino (4 osebe) so uporabljali tudi termoluminescentne dozimetre na rokah. Nihče ni prejel več od predpisane letne omejitve 50 mSv.

Tabela 9.3.

Ustanova (dozimeter)	Število delavcev	0-0,99	1-4,99	5-9,99	10-14,9	15-19,9	20-29,9	≥30
Skupaj	3788	2845	769	131	36	5	2	0
NEK	889	485	255	119	27	3	0	0
IJS	174	151	23	0	0	0	0	0
OI	113	94	14	4	1	0	0	0
Drugi (ZVD)	2396	1899	477	8	8	2	2	0
Drugi (IJS)	216	216	0	0	0	0	0	0

V seznamu v tabeli niso navedeni delavci, ki so bili obremenjeni z notranjim obsevanjem zaradi vdihavanja radonovih potomcev ali drugih radionuklidov v delovnem okolju (na primer rudarji ali vodniki v kraških jamah), ker je zanje potrebno uporabiti drugačne dozimetre in posebno metodologijo ocenjevanja prejetih doz.

9.13. SEVALNA OBREMENJENOST PREBIVALSTVA ZARADI MEDICINSKE UPORABE VIROV SEVANJ

V Republiki Sloveniji se na osnovi pogodbe med Ministrstvom za zdravstvo in Zavodom za varstvo pri delu že od leta 1990 izvaja

program spremljanja obsevanosti pacientov zaradi rentgenskih preiskav. Te vrste preiskav daleč največ prispevajo k obsevanosti prebivalstva zaradi uporabe umetnih virov ionizirajočega sevanja.

Evidentiranje rentgenskih naprav, preizkušanje njihove kakovosti in zajem podatkov za oceno obsevanosti pacienta opravlja Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu v okviru preizkusov teh naprav. Preizkus rentgenskih naprav opravijo pred izdajo uporabnega dovoljenja (prevzemni preizkus) nato pa najmanj enkrat na leto (redni preizkus) ali po večjih servisnih posegih (izredni preizkus). Zavod za varstvo pri delu za leto 1996 ugotavlja naslednje:

Konvencionalna radiografija

V letu 1996 so preizkusili 292 konvencionalnih rentgenskih naprav. Ob preizkusu je bilo brezhibnih le 42 % naprav (kot brezhibne upoštevamo tudi nove naprave), kar 43 % pa jih je imelo pomanjkljivosti, zaradi katerih je bil predlagan servis. Pri 15 % naprav je bilo stanje tako slabo, da so predlagali njihov odpis.

S tehnološkim stanjem konvencionalnih rentgenskih naprav ne moremo biti zadovoljni. Malo je visokofrekvenčnih generatorjev visoke napetosti. Še vedno za slikanje uporabljajo sisteme brez avtomatske kontrole ekspozicije. Počasi se uveljavlja digitalizacija

slik.

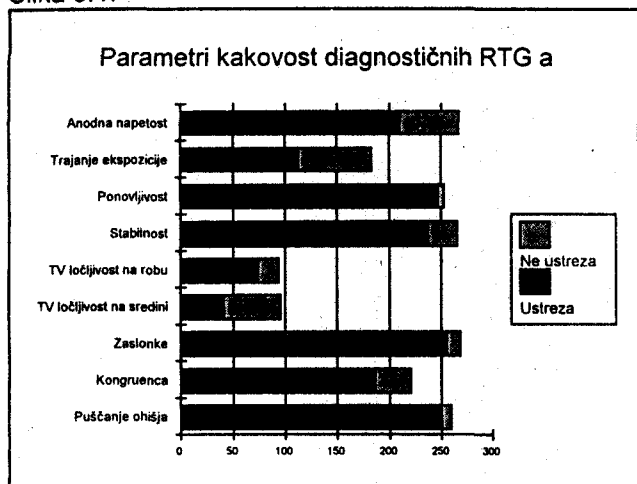
Pri uvozu novih RTG naprav ni potrebna homologacija kljub temu, da so bile strokovne osnove za predpis o homologaciji pripravljene že leta 1993. V njej so za rentgenske naprave raznih namembnosti navedli tehnično tehnološke parametre, ki naj bi jih na novo vgrajene rentgenske naprave zadovoljevale.

Povzetek meritev kakovosti konvencionalnih rentgenskih naprav je v tabeli 9.5. in na sliki 9.1. Stanje diagnostičnih rentgenskih naprav oziroma število in delež naprav v posamezni kakovostni skupini pa prikazujeta tabela 9.4. in slika 9.2.

Tabela 9.4: Razvrstitev konvencionalnih RTG aparatov v skupine po stanju kakovosti v l. 1996	
Brezhibni	107
Potreben servis	89
Predlagan odpis	45
Odpisani v l. 1996	25
Novi	15
Pokvarjeni	11
292	

Tabela 9.5: Stanje parametrov kakovosti konvencionalnih RTG aparatov v l. 1996					
	št. merjenih naprav	Odstopanja v dopustnih mejah		Odstopanja izven dopustnih meja	
		število	delež %	število	delež %
Puščanje ohišja	257	250	97	7	3
Kongruenca	219	186	85	33	15
Zaslonke	267	255	96	12	4
TV ločljivost na sredini	94	41	44	53	56
TV ločljivostna robu	93	74	80	19	20
Stabilnost	264	237	90	27	10
Ponovljivost	251	247	98	4	2
Trajanje ekspozicije	181	113	62	68	38
Anodna napetost	265	210	79	55	21

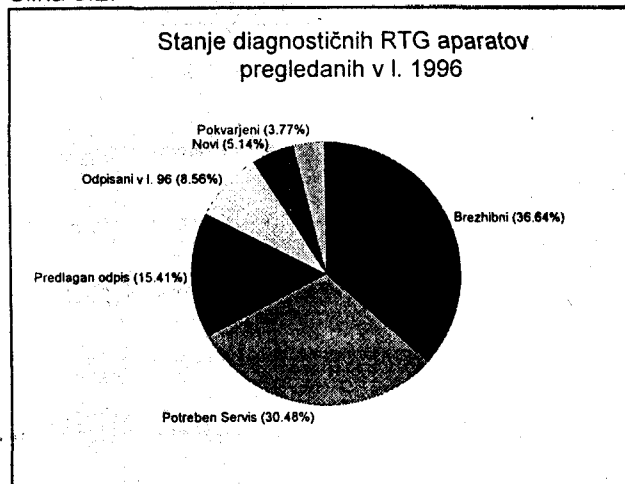
Slika 9.1.



Zobna radiografija

V letu 1996 so preizkusili 309 zobnih rentgenskih naprav (intraoralnih in zobnih tomografov). Nekaj manj kot polovica jih je v zasebni lasti. Brezhibnih je bilo več kot polovica. Povzetek

Slika 9.2.



meritev kakovosti zobnih rentgenskih naprav je v tabeli 9.6. in na sliki 9.3. Stanje zobnih rentgenskih naprav oziroma število in delež naprav v posamezni kakovostni skupini pa prikazujeta tabela 9.6. in slika 9.4.

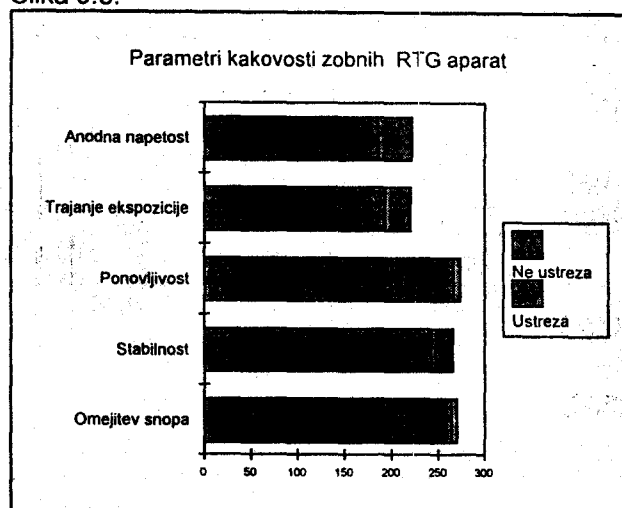
Tabela 9.6: Razvrstitev zobnih RTG aparatov v skupine po stanju kakovosti v l. 1996

Brezhibni	166
Potreben servis	27
Predlagan odpis	26
Odpisani v l. 1996	14
Novi	53
Pokvarjeni	23
SKUPAJ	309

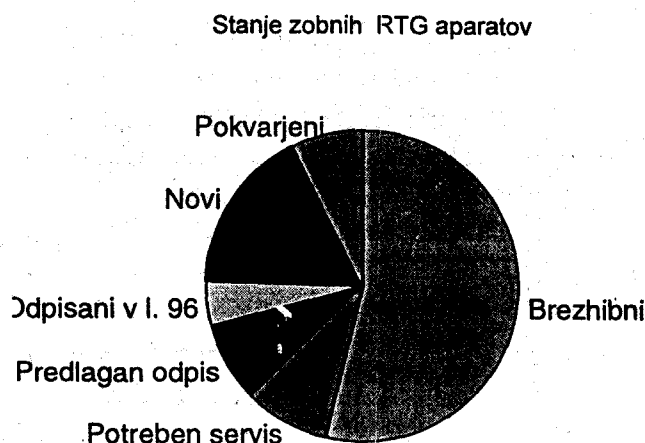
Tabela 9.7: Stanje parametrov kakovosti zobnih RTG aparatov v l. 1996

	št. merjenih naprav	odstopanja v dopustnih mejah		odstopanja izven dopustnih meja	
		število	delež	število	delež
Omejitev snopa	269	264	98%	5	2%
Stabilnost	264	242	92%	22	8%
Ponovljivost	271	266	98%	5	2%
Trajanje ekspozicije	218	193	89%	25	11%
Anodna napetost	219	185	84%	34	16%

Slika 9.3:



Slika 9.4:



Mamografija

V letu 1996 so bili vgrajeni 4 novi mamografi. To je največ v vseh letih od kar te naprave redno preverjajo. Mamografija je postala zanimiva tudi za zdravnike z zasebno prakso, zato v naslednjih letih pričakujemo kar nekaj novih diagnostik s takšnimi napravami.

Splošno tehnološko stanje samih mamografov v Sloveniji je razmeroma dobro, saj je večina naprav starih manj kot 5 let. Tega pa ne moremo trditi za celotno stanje v mamografiji. Velika težava so razvijalni avtomati. Na kakovost slik namreč močno vpliva fotokemična obdelava filmov. Visoko kakovost slik v mamografiji se lahko doseže samo z ustrezno obdelavo, ki je drugačna od obdelave navadnih diagnostičnih filmov (daljši čas obdelave in višja temperatura). Zato potrebujejo za razvijanje mamografskih filmov posebne razvijalne avtomate. Samo mamografskim filmom prilagojeno razvijanje ima zaenkrat le četrtnina mamografov v Sloveniji (tabela 9.9.) oziroma v glavnem le tiste diagnostike, ki

niso v okviru rentgenskih oddelkov bolnišnic ali zdravstvenih domov.

Še slabše pa je stanje na področju zagotavljanja in preverjanja kakovosti. Niti ena diagnostika nima svojega programa preverjanja kakovosti. Tako je še vedno edino preverjanje tisto, ki ga opravljajo med rednimi letnimi pregledi na ZVD RS. Kaj vse naj bi temeljit program preverjanja kakovosti vseboval in kako pogosto naj bi se posamezni parametri preverjali je v tabeli 9.10. povzeti po priporočilih Evropske skupnosti iz leta 1996. Naše mnenje je, da vsaj mamografskega presejevanja (slikanje zdravih žensk!) brez lastne kontrole nekaterih osnovnih parametrov ne bi smeli dopuščati.

Rezultati preverjanja kakovosti mamografskih rentgenskih aparatov v letu 1996 so v tabeli 9.8., rezultati preverjanja kakovosti mamografov pa v tabeli 9.9.

Tabela 9.8: Rezultati preverjanja kakovosti mamografov v Sloveniji v letu 1996

[illegible]

+ aparat pregledan v začetku 1997, ++ nominalna vrednost, * aparat deluje z W-anodo in Al-filtrom

Tabela 9.9: Rezultati preverjanja kakovosti mamogramov v Sloveniji v letu 1996

[illegible]

Tabela 9.10: Parametri, ki bi jih morali vsebovati programi kontrole kakovosti mamografskih RTG aparatov. pogostosti preverjanja in značilne vrednosti ter tolerance. Povzeto po European Guidelines for QA in Mammography Screening V stolpcu SLO so pogostosti, za parametre, ki jih merimo pri nas

Parameter	pogostost	SLO	značilna vrednost	sprejemljiva vrednost	zaželjena vrednost	enota
RTG aparat						
izvor RTG snopa	• velikost gorišča	p	12	0.3		mm
	• razdalja gorišče - film	p		> 60		cm
	• kongruenca	12	12		< 5	mm
	• puščanje ohišja cevi	p	12		< 1	mGy/h
	• specifična ekspozicijska doza	6	12	40 - 75	> 30	μGy/mAs
	• specifična hitrost ekspozicijske doze	6	12	10 - 30	> 7.5	mGy/s
anodna napetost	• ponovljivost	6	12		< ± 0.5	kV
	• točnost (med 26 in 30 kV)	6	12		< ± 1.0	kV
	• razpolovna debelina (HVL)	12	12	0.3 - 0.4	< 0.3	mm Al
AEC*	• srednja nastavitve počrnitve	6	12	1.3 - 1.8	< ± 0.15	OD
	• korak sistema nastavitve počrnitve	6		0.15	< 0.20	OD
	• ponovljivost (zaporedne ekspozicije)	6	12		< ± 5%	mGy
	• ponovljivost (enake ekspozicije v daljših časovnih presledkih)	6			< ± 0.20	OD
	• kompenzacija sprememb debeline objekta	t	12		< ± 0.15	OD
	• kompenzacija sprememb anodne napetosti	6			< ± 0.15	OD
kompresija	• kompresijska sila	12		130 - 200		N
	• premik kompresijske naprave zaradi nesimetrične obremenitve	12			< 15	mm
	• premik kompresijske naprave zaradi simetrične obremenitve	12			< 5	mm
Rešetka (Bucky) in kombinacija film - ojačevalna folija						
rešetka		p			< 3	
film - folija	• faktor rešetke	12			< ± 5%	mGy
	• razlike med enakimi kasetami (razlike v ekspoziciji pri enakih pogojih)	12			< 0.20	OD
	• razlike v občutljivosti enakih kaset (razlika OD pri enakih pogojih)	12				
Fotokemična obdelava filmov						
		p		34 - 36		°C
razvijalni avtomat	• temperatura	p		90		s

Parameter		pogostost	SLO	značilna vrednost	sprejemljiva vrednost	zaželjena vrednost	enota
film	• trajanje obdelave filma	d		> 0.15	< 0.20	< 0.20	OD
	• senzitometrija	d					
	- lastni osen	d			> 2.6	2.8 - 3.2	
	- hitrost	d			< 10%	< 5%	
	- kontrast	d					
	• dnevna karakteristika	d					
temnica	• artefakti	12	12				
	• puščanje vidne svetlobe (dodatna počrnitev v 4 minutah)*	12			< + 0.02	< + 0.02	OD
	• ustreznost temničnih luči (dodatna počrnitev v 4 minutah)*	p			< + 0.1	< + 0.1	OD
Pogoji za pregledovanje filmov							
negatoskop	• kasete	12			2000 - 6000	2000 - 6000	cd/m ²
	• svetlost	12			< ± 30%	< ± 30%	cd/m ²
	• homogenost	12				< ± 15%	cd/m ²
delovni prostor	• razlike v svetlosti	12			< 50	< 50	lux
Lastnosti sistema kot celote							
	• osvetljenost prostora						
	• vstopna doza merjena na 45 mm fantomu	12	12		< 12	< 10	mGy
	• prostorska ločljivost						

Opombe: p - pri prevzemnem preiskusu, 12 - letno, 6 - polletno, t - tedensko, d - dnevno, * - pri skupni optični gostoti 1.00 OD

Vsi aparati morajo doseči sprejemljive vrednosti, novi aparati pa morajo doseči zaželjene vrednosti.

Tabela 9.11: Mamografski rentgenski aparati v Sloveniji			
Vrste aparatov, lokacije in leto njihove vgradnje.			
Št. RTG		OPIS APARATA	Vgrajen
1	1113	PHILIPS MAMMODIAGNOST-E, DR. JELINČIČ, NOVA GORICA	1984
2	1301	KS SENOGAPHE, SB MARIBOR	1986
3	1598	PHILIPS MAMMO DIAGNOST U-M, ZD NOVO MESTO	1989
4	1748	PHILIPS DIAGNOST UM, ONKOLOŠKI INŠTITUT	1991
5	1548	GE/CGR SENOGAPHE 500 T-SENIX H.F, POR. POSTOJNA	1991
6	1781	PHILIPS MAMMODIAGNOST UC, SB JESENICE	1992
7	1786	TOSHIBA MAMMOACE, SB CELJE	1992
8	1313	TOSHIBA MAMMOACE, SB PTUJ	1993
9	187	PHILIPS MAMMODIAGNOST, DIAGNOSTIČNI CENTER MURGLE	1993
10	219	PHILIPS MAMMODIAGNOST UC, ONKOLOŠKI INŠTITUT	1994
11	1804	TOSHIBA MAMMOACE, DC FONTANA MARIBOR	1995
12	1862	VILLA MAMOGRAPH, DR. GLUŠIČ, VELENJE	1996
13	593	LORAD M3, BOLNICA TRBOVLJE	1996
14	617	GE SENOGAPHE 800T, ZD LJUBLJANA-CENTER	1996
15	664	PLANMED SOPHIE, SB SLOVENJ GRADEC	1996
16	679	PLANMED SOPHIE, DR. MAHNIČ, POSTOJNA	1997

Računalniška tomografija

Pri preverjanju kakovosti računalniških tomografov v letu 1996 ni bilo večjih sprememb. Še vedno preverjajo enake parametre, kot v preteklih letih, le merjenje anodne napetosti so opustili. Za meritev namreč nimajo primerne instrumente. Meritve z merilnikom anodne napetosti, ki je namenjen klasičnim rentgenskim napravam, niso zanesljive, saj so snopi sevanja preozki, da bi pokrili celoten detektor instrumenta. V letu 1996 je bilo v Sloveniji nameščenih 5 novih računalniških tomografov. Splošno stanje

računalniških tomografov v Sloveniji je dobro, kar gre pripisati predvsem dejstvu, da je večina aparatov praktično novih. Poleg tega je računalniška tomografija zaenkrat edina veja v rentgenski diagnostiki, kjer se razmeroma redno opravljajo preverjanja kakovosti (poleg rednih letnih pregledov, ki jih opravljajo na Zavodu). Večinoma jih opravljajo serviserji, ki poskrbijo tudi za pravilne nastavitve naprav. Rezultati preverjanja kakovosti računalniških tomografov v letu 1996 so v tabeli 9.12.

Tabela 9.12: Rezultati preverjanja kakovosti računalniških tomografov v Sloveniji v letu 1996												
Številka RTG	238	520	600	645	671	675	685	1357	1707	1733	1770	1808
1. Orientacija snopa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Debelina reza [mm]												
5 mm	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
> 5 mm	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Linearnost (CT-število - μ)												
V oklepaju so prave vrednosti												
Voda (0)	3	11.5		0	2	0.3	2	-1	2		3.9	0.7
Akrl (120)	153	159	154	136	100	124	127	127	108	130	150	92.6
Polikarbonat (102)	138	129	125	127	83	100	97	102	89	91	121	81.2
Nylon (92)	124	115	112		70	92	85	97	87	87	116	65.5
Polistiren (-24)	-9.8	-16	-20	-8	-60	-31	-35	-28	-43	-47	-19	-52
Zrak (-1000)	-1000	-1068	-1080	-985	-995	-1000	-1002	-999	-1000	-910	-999	-983
4. Homogenost slike												
(1SD pri CT številu vode)	2	5		2	1	4.1	4		1.4	1.4	5	3
5. Ločljivost												
sredina	1.25	1	1	0.75	1	1	0.75	1	1	1	1	1
rob	1.25	0.6	1	0.6	0.75	0.75	0.6	0.6	0.75	0.75	0.6	0.75

Tabela 9.13: Število računalniških tomografov na milijon prebivalcev v različnih državah. Povzeto po NRPB-R248

Država	Št. CT na 10 ⁶ prebivalcev	Leto poročanja
Indija	0.2	1991
Nova Zelandija	3	1988
Portugalska	4	1990
Velika Britanija	4	1989
Italija	4	1986
Francija	4	1986
Danska	5	1990
Švedska	6	1988
Nizozemska	7	1990
ZDA	9	1983
ZR Nemčija	10	1988
Japonska	45	1988
Slovenija	6	1996

OBSEVANOST PREISKOVANCEV

Količina za oceno obsevanosti preiskovancev je efektivna doza (E), ki pa ni neposredno merljiva. Navadno zato merijo neko drugo količino, iz katere ob upoštevanju pogojev preiskave efektivno dozo izračunajo. Pri preiskavah konvencionalne radiologije in mamografiji merijo vstopno kožno dozo (VKD), pri računalniški tomografiji pa dozni indeks (CTDI).

Konvencionalna radiografija

V letu 1996 so največ meritev VKD opravili med preiskavami hrbtenice. Te so v Sloveniji po izkušnjah in po anketi iz leta 1991 (Gale 1994) relativno zelo pogoste. Poleg tega je tudi efektivna doza prejeta pri teh preiskavah razmeroma visoka. Zlasti to velja za preiskavo ledvenega dela hrbtenice, ki med običajnimi rentgenskimi slikanji, poleg preiskav medenice, sevalno daleč najbolj obremenjuje preiskovance (tabele 9.14. in 9.28.).

Tabela 9.14: Efektivna doza za glavo AO, PA

Glava AP, PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	400	800	1200	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	3992	7208	145	1
Standardni odklon (SD)	1541	1260	84	1
Najmanjša vrednost (min)	2000	5500	82	1
1. kvartil (1Q)	2975	6300	111	1
Mediana (m)	3750	7300	116	1
3. kvartil (3Q)	4950	7800	127	1
Največja vrednost (MAX)	7200	10000	360	2

Podatki v tabelah 9.14 - 9.28 so:

Tabela 9.14: Efektivna doza za glavo AP-PA				
Glava AP, PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	4	8	12	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	39.92	72.08	1.45	0.011
Standardni odklon (SD)	15.41	12.60	0.84	0.005
Najmanjša vrednost (min)	20.00	55.00	0.82	0.007
1. kvartil (1Q)	29.75	63.00	1.11	0.008
Mediana (m)	37.50	73.00	1.16	0.009
3. kvartil (3Q)	49.50	78.00	1.27	0.011
Največja vrednost (MAX)	72	100	3.60	0.024

Tabela 9.15: Efektivna doza, glava LAT				
Glava LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	2	3	5	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	35.20	69.40	1.15	0.009
Standardni odklon (SD)	5.36	8.71	0.06	0.001
Najmanjša vrednost (min)	29.00	60.00	1.07	0.008
1. kvartil (1Q)	30.00	60.00	1.10	0.008
Mediana (m)	38.00	74.00	1.17	0.009
3. kvartil (3Q)	38.00	75.00	1.20	0.009
Največja vrednost (MAX)	41	78	1.22	0.009

Tabela 9.16: Efektivna doza, vratna hrbtenica AP				
Vratna hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	9	13	22	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	52	75	1.63	0.062
Standardni odklon (SD)	13	12	1.21	0.046
Najmanjša vrednost (min)	27	54	0.23	0.008
1. kvartil (1Q)	41	64	0.56	0.023
Mediana (m)	52	78	1.37	0.048
3. kvartil (3Q)	62	85	2.64	0.100
Največja vrednost (MAX)	73	100	4.40	0.161

Tabela 9.17: Efektivna doza, vratna hrbtenica LAT				
Vratna hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	13	25	38	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	45.55	73.34	1.09	0.006
Standardni odklon (SD)	18.05	12.86	0.64	0.004
Najmanjša vrednost (min)	17.00	54.00	0.20	0.001
1. kvartil (1Q)	30.00	62.50	0.61	0.003
Mediana (m)	46.50	74.00	0.97	0.005
3. kvartil (3Q)	62.75	83.00	1.29	0.007
Največja vrednost (MAX)	73	100	2.82	0.017

Tabela 9.18: Efektivna doza, prsna hrbtenica AP				
Prsna hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	7	9	16	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	49.56	72.88	4.89	0.37
Standardni odklon (SD)	15.65	13.52	4.03	0.30
Najmanjša vrednost (min)	25.00	50.00	0.26	0.01
1. kvartil (1Q)	36.75	62.00	1.39	0.12
Mediana (m)	52.00	72.50	3.70	0.27
3. kvartil (3Q)	62.00	83.50	9.02	0.70
Največja vrednost (MAX)	80	98	11.96	0.84

Tabela 9.19: Efektivna doza, prsna hrbtenica LAT				
Prsna hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	9	8	17	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	49.76	72.18	7.22	0.21
Standardni odklon (SD)	16.53	13.19	5.48	0.20
Najmanjša vrednost (min)	16.00	50.00	0.71	0.02
1. kvartil (1Q)	37.00	62.00	2.48	0.07
Mediana (m)	53.00	70.00	6.57	0.19
3. kvartil (3Q)	62.00	82.00	11.96	0.26
Največja vrednost (MAX)	80	100	17.94	0.74

Tabela 9.20: Efektivna doza, ledvena hrbtenica AP				
Ledvena hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	33	33	66	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	55.08	76.42	6.11	0.63
Standardni odklon (SD)	14.74	14.57	4.74	0.53
Najmanjša vrednost (min)	23.00	52.00	0.71	0.09
1. kvartil (1Q)	45.00	64.00	2.96	0.30
Mediana (m)	55.00	75.00	4.57	0.45
3. kvartil (3Q)	66.00	87.00	7.98	0.76
Največja vrednost (MAX)	88	115	27.03	2.73

Tabela 9.21: Efektivna doza, ledvena hrbtenica LAT				
Ledvena hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	36	47	83	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	54.60	73.93	15.65	0.48
Standardni odklon (SD)	15.77	14.49	13.82	0.49
Najmanjša vrednost (min)	23.00	52.00	1.93	0.07
1. kvartil (1Q)	44.00	62.00	6.88	0.20
Mediana (m)	55.00	73.00	10.16	0.28
3. kvartil (3Q)	66.75	85.00	19.92	0.58
Največja vrednost (MAX)	89	115	86.94	3.52

Tabela 9.22: Efektivna doza, lumbosakralni prehod LAT				
Lumbosakralni prehod LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	5	7	12	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	53.25	76.00	14.99	0.14
Standardni odklon (SD)	11.71	13.42	7.22	0.07
Najmanjša vrednost (min)	33.00	52.00	5.80	0.00
1. kvartil (1Q)	48.00	64.50	8.96	0.09
Mediana (m)	52.00	78.00	15.30	0.17
3. kvartil (3Q)	61.25	86.25	18.00	0.20
Največja vrednost (MAX)	77	94	28.75	0.22

Tabela 9.23: Efektivna doza, prsni organi (pljuča) AP				
Prsni organi (pljuča) AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	11	10	21	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	63.76	75.43	0.52	0.114
Standardni odklon (SD)	15.10	12.32	0.62	0.147
Najmanjša vrednost (min)	34.00	55.00	0.10	0.020
1. kvartil (1Q)	47.00	63.00	0.28	0.056
Mediana (m)	67.00	80.00	0.37	0.075
3. kvartil (3Q)	73.00	85.00	0.48	0.105
Največja vrednost (MAX)	85	95	3.05	0.713

Tabela 9.24: Efektivna doza, prsni organi LAT				
Prsni organi (pljuča) LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	16	18	34	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	55.79	72.21	1.02	0.058
Standardni odklon (SD)	13.92	13.30	0.77	0.072
Najmanjša vrednost (min)	31.00	50.00	0.29	0.003
1. kvartil (1Q)	45.50	61.00	0.51	0.009
Mediana (m)	55.00	72.50	0.84	0.026
3. kvartil (3Q)	67.00	82.00	1.09	0.088
Največja vrednost (MAX)	80	106	3.73	0.309

Tabela 9.25: Efektivna doza, prsni organi (pljuča) PA				
Prsni organi (pljuča) PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	95	74	169	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	53.45	73.60	0.29	0.047
Standardni odklon (SD)	18.24	14.16	0.23	0.036
Najmanjša vrednost (min)	12.00	45.00	0.09	0.001
1. kvartil (1Q)	40.00	63.00	0.17	0.029
Mediana (m)	53.00	74.00	0.23	0.036
3. kvartil (3Q)	67.00	85.00	0.35	0.055
Največja vrednost (MAX)	85	110	228	0.355

Tabela 9.26: Efektivna doza, abdomen AP				
Abdomen AP, PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	5	11	16	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	58.50	78.06	3.52	0.40
Standardni odklon (SD)	14.02	20.58	2.97	0.38
Najmanjša vrednost (min)	34.00	56.00	0.40	0.06
1. kvartil (1Q)	45.75	66.50	1.89	0.21
Mediana (m)	57.50	72.00	2.78	0.28
3. kvartil (3Q)	69.25	84.75	3.24	0.37
Največja vrednost (MAX)	82	140	11.02	1.39

Tabela 9.27: Efektivna doza, medenica AP				
Medenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	3	4	7	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	50.57	70.14	4.72	0.65
Standardni odklon (SD)	21.49	14.84	3.98	0.50
Najmanjša vrednost (min)	23.00	54.00	0.86	0.15
1. kvartil (1Q)	34.50	59.00	1.37	0.25
Mediana (m)	51.00	62.00	3.42	0.47
3. kvartil (3Q)	65.50	84.50	7.84	1.04
Največja vrednost (MAX)	80	88	10.34	1.37

Tabela 9.28: Efektivna doza, kolki AP				
Kolki AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	19	19	38	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	62.32	73.39	3.73	0.56
Standardni odklon (SD)	16.76	13.70	2.16	0.36
Najmanjša vrednost (min)	18.00	50.00	0.45	0.08
1. kvartil (1Q)	56.00	62.25	2.08	0.31
Mediana (m)	68.00	73.50	3.28	0.45
3. kvartil (3Q)	73.00	84.00	5.57	0.80
Največja vrednost (MAX)	89	103	8.04	1.81

Legenda:
Projekcija - smer
AP - prsno hrbtna
LAT - stranska
PA - hrbtno prsna
Lumbosakralni prehod - ledvično križni del
Abdomen - trebuh

Tabela 9.15: Efektivna doza, glava LAT				
Glava LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	200	300	500	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	3520	6940	115	1
Standardni odklon (SD)	536	871	6	0
Najmanjša vrednost (min)	2900	6000	107	1
1. kvartil (1Q)	3000	6000	110	1
Mediana (m)	3800	7400	117	1
3. kvartil (3Q)	3800	7500	120	1
Največja vrednost (MAX)	4100	7800	122	1

Tabela 9.16: Efektivna doza, vratna hrbtenica AP				
Vratna hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	9	13	22	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	52	75	163	62
Standardni odklon (SD)	13	12	121	46
Najmanjša vrednost (min)	27	54	23	8
1. kvartil (1Q)	41	64	56	23
Mediana (m)	52	78	137	48
3. kvartil (3Q)	62	85	264	100
Največja vrednost (MAX)	73	100	440	0.161

Tabela 9.17. Efektivna doza, vratna hrbtenica LAT				
Vratna hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	1300	2500	3800	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	4555	7334	109	1
Standardni odklon (SD)	1805	1286	64	0
Najmanjša vrednost (min)	1700	5400	20	0
1. kvartil (1Q)	3000	6250	61	0
Mediana (m)	4650	7400	97	0
3. kvartil (3Q)	6275	8300	129	1
Največja vrednost (MAX)	7300	10000	282	0.02

Tabela 9.18: Efektivna doza, prsna hrbtenica AP				
Prsna hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	700	900	1600	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	4956	7288	489	37
Standardni odklon (SD)	1565	1352	403	30
Najmanjša vrednost (min)	2500	5000	26	1
1. kvartil (1Q)	3675	6200	139	12
Mediana (m)	5200	7250	370	27
3. kvartil (3Q)	6200	8350	902	70
Največja vrednost (MAX)	8000	9800	1196	84

Tabela 9.19: Efektivna doza, prsna hrbtenica LAT				
Prsna hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	900	800	1700	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	4976	7218	722	21
Standardni odklon (SD)	1653	1319	548	20
Najmanjša vrednost (min)	1600	5000	71	2
1. kvartil (1Q)	3700	6200	248	7
Mediana (m)	5300	7000	657	19
3. kvartil (3Q)	6200	8200	1196	26
Največja vrednost (MAX)	8000	10000	1794	74

Tabela 9.20: Efektivna doza, ledvena hrbtenica AP				
Ledvena hrbtenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	3300	3300	6600	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5508	7642	611	63
Standardni odklon (SD)	1474	1457	474	53
Najmanjša vrednost (min)	2300	5200	71	9
1. kvartil (1Q)	4500	6400	296	30
Mediana (m)	5500	7500	457	45
3. kvartil (3Q)	6600	8700	798	76
Največja vrednost (MAX)	8800	11500	2703	273

Tabela 9.21: Efektivna doza, ledvena hrbtenica LAT				
Ledvena hrbtenica LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	3600	4700	8300	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5460	7393	1565	48
Standardni odklon (SD)	1577	1449	1382	49
Najmanjša vrednost (min)	2300	5200	193	7
1. kvartil (1Q)	4400	6200	688	20
Mediana (m)	5500	7300	1016	28
3. kvartil (3Q)	6675	8500	1992	58
Največja vrednost (MAX)	8900	11500	8694	352

Tabela 9.22: Efektivna doza, lumbosakralni prehod LAT				
Lumbosakralni prehod LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	500	700	1200	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5325	7600	1499	14
Standardni odklon (SD)	1171	1342	722	7
Najmanjša vrednost (min)	3300	5200	580	0
1. kvartil (1Q)	4800	6450	896	9
Mediana (m)	5200	7800	1530	17
3. kvartil (3Q)	6125	8625	1800	20
Največja vrednost (MAX)	7700	9400	2875	22

Tabela 9.23: Efektivna doza, prsni organi (pljuča) AP				
Prsni organi (pljuča) AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	1100	1000	2100	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	6376	7543	52	11
Standardni odklon (SD)	1510	1232	62	15
Najmanjša vrednost (min)	3400	5500	10	2
1. kvartil (1Q)	4700	6300	28	6
Mediana (m)	6700	8000	37	7
3. kvartil (3Q)	7300	8500	48	10
Največja vrednost (MAX)	8500	9500	305	71

Tabela 9.24: Efektivna doza, prsni organi LAT				
Prsni organi (pljuča) LAT	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	1600	1800	3400	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5579	7221	102	6
Standardni odklon (SD)	1392	1330	77	7
Najmanjša vrednost (min)	3100	5000	29	0
1. kvartil (1Q)	4550	6100	51	1
Mediana (m)	5500	7250	84	3
3. kvartil (3Q)	6700	8200	109	9
Največja vrednost (MAX)	8000	10600	373	31

Tabela 9.25: Efektivna doza, prsni organi (pljuča) PA				
Prsni organi (pljuča) PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	9500	7400	16900	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5345	7360	29	5
Standardni odklon (SD)	1824	1416	23	4
Najmanjša vrednost (min)	1200	4500	9	0
1. kvartil (1Q)	4000	6300	17	3
Mediana (m)	5300	7400	23	4
3. kvartil (3Q)	6700	8500	35	5
Največja vrednost (MAX)	8500	11000	228	36

Tabela 9.26: Efektivna doza, adbomen AP				
Abdomen AP, PA	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	500	1100	1600	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5850	7806	352	40
Standardni odklon (SD)	1402	2058	297	38
Najmanjša vrednost (min)	3400	5600	40	6
1. kvartil (1Q)	4575	6650	189	21
Mediana (m)	5750	7200	278	28
3. kvartil (3Q)	6925	8475	324	37
Največja vrednost (MAX)	8200	14000	1102	139

Tabela 9.27: Efektivna doza, medenica AP				
Medenica AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	300	400	700	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	5057	7014	472	65
Standardni odklon (SD)	2149	1484	398	50
Najmanjša vrednost (min)	2300	5400	86	15
1. kvartil (1Q)	3450	5900	137	25
Mediana (m)	5100	6200	342	47
3. kvartil (3Q)	6550	8450	784	104
Največja vrednost (MAX)	8000	8800	1034	137

Tabela 9.28: Efektivna doza, kolki AP				
Kolki AP	moški	ženske	Skupaj	
Število meritev	1900	1900	3800	
	starost	teža (kg)	VKD (mGy)	E (mSv)
Povprečna vrednost	6232	7339	373	56
Standardni odklon (SD)	1676	1370	216	36
Najmanjša vrednost (min)	1800	5000	45	8
1. kvartil (1Q)	5600	6225	208	31
Mediana (m)	6800	7350	328	45
3. kvartil (3Q)	7300	8400	557	80
Največja vrednost (MAX)	8900	10300	804	1.81

Legenda:
 Projekcija - smer
 AP - prsno hrbtna
 LAT- stranska
 PA-hrbtno prsna
 Lumbosakralni prehod - ledvično križni del
 Abdomen - trebuh

Tabela 9.29: Preglednica meritev VKD v I. 1996

	Vstopne kožne doze (mGy)								Delež meritev, ki presegajo	
	Povprečna vrednost	Standardni odklon (SD)	najmanjša vrednost	1. kvartil (1Q)	Mediana (M)	3. kvartil (3Q)	najvišja vrednost	Priporočilo BSS	BSS priporočilo*	
Preiskava									del. meritev	del. RTG
Glava AP, PA	1.45	0.84	0.82	1.11	1.16	1.27	3.60	5.00	0%	0%
Glava LAT	1.15	0.06	1.07	1.10	1.17	1.20	1.22	3.00	0%	0%
Vratna hrbtenica AP	1.63	1.21	0.23	0.56	1.37	2.64	4.40			
Vratna hrbtenica LAT	1.09	0.64	0.20	0.61	0.97	1.29	2.82			
Prsna hrbtenica AP	4.89	4.03	0.26	1.39	3.70	9.02	11.96	7.00	31% (19%)	38% (25%)
Prsna hrbtenica LAT	7.22	5.48	0.71	2.48	6.57	11.96	17.94	20.00	0%	0%
Ledvena hrbtenica AP	6.11	4.74	0.71	2.96	4.57	7.98	27.03	10.00	17% (5%)	36% (13%)
Ledvena hrbtenica LAT	15.65	13.82	1.93	6.88	10.16	19.92	86.94	30.00	17% (7%)	28% (15%)
Lumbosakralni prehod LAT	14.99	7.22	5.80	8.96	15.30	18.00	28.75	40.00	0%	0%
Prsni organi (pljuča) AP	0.52	0.62	0.10	0.28	0.37	0.48	3.05			
Prsni organi (pljuča) LAT	1.02	0.77	0.29	0.51	0.84	1.09	3.73	1.50	21% (10%)	42% (25%)
Prsni organi (pljuča) PA	0.29	0.23	0.09	0.17	0.23	0.35	2.28	0.40	17% (5%)	47% (21%)
Abdomen AP, PA	3.52	2.97	0.40	1.89	2.78	3.24	11.02	10.00	13% (0%)	12.5% (0%)
Medenica AP	4.72	3.98	0.86	1.37	3.42	7.84	10.34	10.00	14% (0%)	14% (0%)
Kolki AP	3.73	2.16	0.45	2.08	3.28	5.57	8.04	10.00	0%	0%
* del. meritev je delež izmerjenih VKD, ki presegajo priporočilo BSS.										
del. RTG je delež RTG aparatov na katerih je bila vsaj ena izmerjena VKD nad priporočeno vrednostjo.										
pri deležih pred oklepajem so upoštevane vse meritve, pri tistih v oklepaju pa samo meritve na pacientih, ki so bili težki pod 80 kg										

Legenda:

Projekcija - smer

AP - prstno hrbtna

LAT - stranska

PA - hrbtno prsna

Lumbosakralni prehod - ledvično križni del

Abdomen - trebuh

Abdomen - trebuh

Tabela 9.30: Podatki o intervalih izmerjenih VKD po preiskavah v l. 1996										
	VKD (mGy)						Slovenija		Vel. Britanija	
	najmanjša	1. kvartil	3. kvartil	najvišja	interval	interval	razmerje		razmerje	
Preiskava	vrednost	(1Q)	(3Q)	vrednost	Max-min	3Q-1Q	Max/min	1Q/3Q	Max/min	1Q/3Q
Glava AP, PA	0.82	1.11	1.27	3.60	2.78	0.16	4	1.1	20	1.9
Glava LAT	1.07	1.10	1.20	1.22	0.15	0.09	1	1.1	8	1.8
Vratna hrbtenica AP	0.23	0.56	2.64	4.40	4.17	2.07	19	4.7		
Vratna hrbtenica LAT	0.20	0.61	1.29	2.82	2.62	0.69	14	2.1		
Prsna hrbtenica AP	0.26	1.39	9.02	11.96	11.70	7.63	45	6.5	14	1.8
Prsna hrbtenica LAT	0.71	2.48	11.96	17.94	17.23	9.48	25*	4.8	33	2.7
Ledvena hrbtenica AP	0.71	2.96	7.98	27.03	26.31	5.02	38	2.7	22	1.8
Ledvena hrbtenica LAT	1.93	6.88	19.92	86.94	85.01	13.05	45	2.9	19	2.0
Lumbosakralni prehod LAT	5.80	8.96	18.00	28.75	22.95	9.04	5	2.0	20	1.9
Prsni organi (pljuča) AP	0.10	0.28	0.48	3.05	2.94	0.21	29	1.8		
Prsni organi (pljuča) LAT	0.29	0.51	1.09	3.73	3.44	0.58	13	2.1	24	2.0
Prsni organi (pljuča) PA	0.09	0.17	0.35	2.28	2.19	0.18	25	2.0	94	1.7
Abdomen AP, PA	0.40	1.89	3.24	11.02	10.61	1.35	27	1.7	22	2.0
Medenica AP	0.86	1.37	7.84	10.34	9.48	6.46	12	5.7	16	1.8
Kolki AP	0.45	2.08	5.57	8.04	7.59	3.49	18	2.7		

Legenda:

Projekcija - smer

AP - prsno hrbtna

LAT- stranska

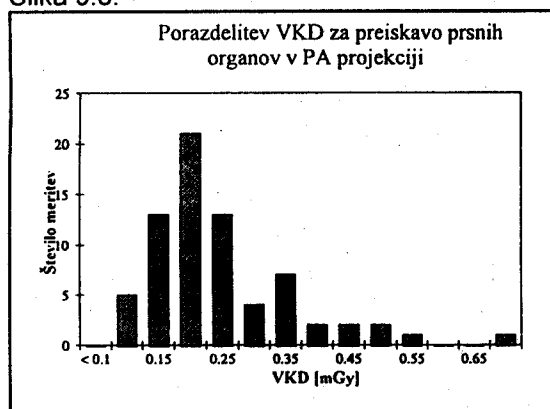
PA-hrbtno prsna

Lumbosakralni prehod - ledvično križni del

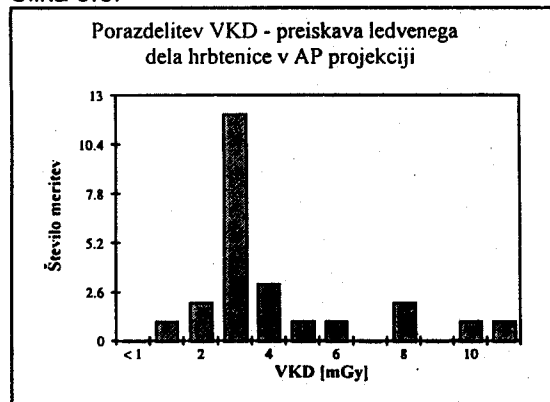
Abdomen - trebuh

Meritve VKD opravljajo med pregledi posameznega rentgenskega aparata, zato je tudi vzorec preiskovancev naključno izbran. VKD pri posamezni preiskavi je odvisna od preiskovanca oziroma od debeline presevanega dela telesa. Ta je povezana predvsem s preiskovančovo telesno maso, zato naj bi vzorec vseboval predvsem preiskovance s telesno maso med 60 kg in 80 kg (NRPB 1992). Tudi priporočila varnostnih standardov (IAEA 1994) se nanašajo na VKD za povprečnega preiskovanca, ki tehta 70 kg. Vendar je naših meritev še vedno malo, in bi izločitev tistih na preiskovancih, s težami izven omenjenega intervala, pri nekaterih preiskavah vzorec zmanjšala na le nekaj vrednosti. Zato so v tabelah navedene vse izmerjene VKD. Pri izračunu deleža meritev oziroma deleža rentgenskih naprav na katerih meritve presegajo mednarodna priporočila, pa smo enkrat upoštevali vse meritve, drugič pa samo meritve na preiskovancih težkih pod 80 kg (tabela 9.29.).

Slika 9.5:



Slika 9.6:



Zobna radiografija

Merjenje VKD pri rentgenskih preiskavah zob ni izvedljivo, saj bi dozimeter prekril dovršen del filma. Poleg tega so učinkovite doze pri preiskavah zob zelo majhne (velikostni razred mikroSv).

Mamografija

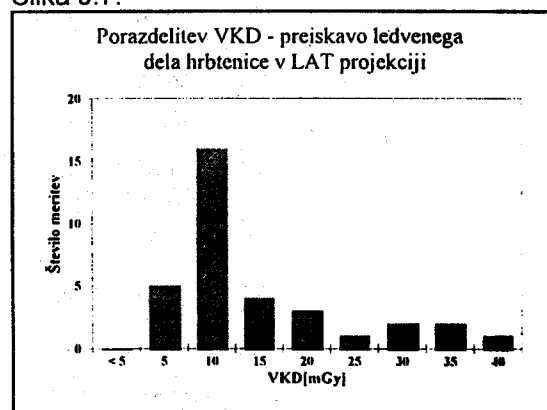
Vstopna kožna doza pri mamografiji ni najboljšo merilo za oceno obsevanosti pri mamografiji. Škoda, ki jo s presevanjem povzročimo, je močno odvisna od sestave dojke oziroma razmerjem med maščobnim in žleznim tkivom, ki dojko sestavljata. Predvsem je občutljivo žlezno tkivo, zato se namesto VKD za oceno škode uporablja povprečna absorbirana doza za

Mediane porazdelitev VKD v ugotovitvah Zavoda za varstvo pri delu so daleč pod priporočenimi vrednostmi, navadno celo pod njihovo polovico (tabela 9.29.). Tudi vrednosti tretjega kvartila, razen pri preiskavi prsnega dela hrbtenice, ne presegajo priporočil.

To kaže, da so priporočila izbrana dokaj ohlapno in da lahko z optimizacijo dosežemo še precej nižje sevalne obremenitve. Ob tem pa ne smemo pozabiti na kakovost radiogramov. Nizka VKD sama še ne pove dovolj o kakovosti preiskave, niti te ne opravičuje. Šele kakovostni radiogrami skupaj s čim manjšo obsevanostjo preiskovanca daje popolno sliko kakovosti rentgenske preiskave.

Rezultati opravljenih meritev VKD so hkrati z glavnimi podatki o vzorcu preiskovancev zbrani v tabelah 9.14. do 9.28. V tabelah so tudi podatki o izračunanih učinkovinih dozah.

Slika 9.7:



Legenda:

Projekcija - smer
AP - prsno hrbtne
LAT - stranska
PA - hrbtno prsna

žlezno tkivo. Z meritvami, ki so potrebne za določitev povprečne žlezne doze, so začeli na koncu leta 1996, zato v poročilu za leto 1996 rezultatov še ni.

Pri priporočilih Evropske skupnosti naj VKD merjena na standardnem fantomu dojke (4.5 cm, 50 % žleznega in 50 % maščobnega tkiva) ne bi presegala 12 mGy (tabela 9.10.). Meritve, ki jih opravlja Zavod za varstvo pri delu, so bile opravljene na nekoliko drugačnem fantomu (5 cm, 30 % žleznega in 70 % maščobnega tkiva), vendar so VKD za oba fantoma primerljive. Tako smatrajo, da VKD pri slikanju dojke v Sloveniji ne presegajo priporočenih vrednosti. Še enkrat velja poudariti, da je glavni problem kakovost mamogramov. Tako je v primeru slabe slike prejeta doza ne glede na priporočila vedno previsoka in slikanje

neupravičeno.

Rezultati meritev VKD za mamografe v letu 1996 so v tabeli 9.9.

Računalniška tomografija

Dozni indeks (CTDI) se določa s pomočjo meritve doznega profila v zraku. Definicija CTDI in način merjenja je opisan v poročilu za leto 1995. V letu 1996 so dozne profile v zraku za večino računalniških tomografov določili za 5 mm debele reze in pri nastavitvah aparata (anodna napetost, tokovni sunek), ki jih uporabljajo za slikanje abdomna.

Izmerjene vrednosti parametrov (CTDI, CTDI_{inR}) so zelo podobne tistim iz raziskav po svetu (NRPB-R249 - P.C. Shrimpton, D.G. Jones, M.C. Hillier, B.F. Wall, J.C. Le Heron, K. Faulkner: Survey of CT Practice in the UK Part 2: Dosimetric Aspects, Chilton, 1991). Zato lahko podobne vrednosti pričakujemo tudi pri dozah, ki jih med preiskavami prejmejo pacienti. Izračuni doz temeljijo na izmerjenem doznom indeksu, poznati pa moramo tudi podatke o spektrih sevanja, ki jih posamezni tomografi uporabljajo. Pri izračunu uporabimo normirane vrednosti doz na posamezne organe za uporabljene reze in pri izbrani tehniki.

Vendar so podatki na voljo le za nekatere spektre oziroma tipe tomografov (NRPB-R250 - D.G. Jones, P.C. Shrimpton: Survey of CT Practice in the UK Part 3: Normalised Organ Doses Calculated using Monte Carlo Techniques, Chilton, 1991). Na žalost med njimi ni naprav firme Toshiba, ki jih je v Sloveniji največ.

Težave so tudi pri evidentiranju števila preiskav oziroma rezov. Iz tabele, ki jo je o preiskavah v Sloveniji v letu 1995 posredoval Zavod za zdravstveno varstvo Slovenije (ZZVS) je namreč očitno, da so nekateri izvajalci preiskav poročali o številu opravljenih preiskav, drugi pa o številu rezov.

Preiskava z računalniškim tomografom traja precej dlje od navadnega rentgenskega slikanja (ocenjujemo, da v povprečju preko 15 minut), zato je tudi skupno število preiskanih pacientov ustrezno manjše. Tako je nemogoče z dvema aparatoma letno opraviti preko 177.000 preiskav, kot to poroča ZZVS za Ljubljano. Če upoštevamo povprečje v Veliki Britaniji (85 preiskav tedensko) lahko ocenimo, da z enim tomografom v eni izmeni letno lahko opravimo nekaj manj kot 5000 preiskav (o takšnih številkah poročajo SB Celje 4444, B. Valdoitra 3549, SB Murska Sobotna 2546). Že za dokaj grobo oceno kolektivne doze, ki jo prejmejo pacienti med preiskavami z računalniško tomografijo, ne zadošča le skupno število opravljenih preiskav, ampak bi potrebovali natančnejše podatke o številu posameznih preiskav.

Rezultati meritev VKD za mamografe v letu 1996 so v tabeli 9.9.

9. 14. SMERNICE ZA LETO 1997

Skupno je ZIRS v letu 1996 izdal 59 dovoljenj za nabavo in uporabo zaprtih in odprtih virov sevanj ter 64 dovoljenj za uporabo RTG naprav. Odpisanih je bilo 28 RTG naprav.

Ocenjujemo, da je bilo splošno stanje iz varstva pred ionizirajočimi sevanji v letu 1996 enakovredno glede na stanje v letu 1995. Kljub temu ZIRS načrtuje izboljšanje razmer predvsem na naslednjih področjih:

- vodenje evidence sevalne obremenjenosti pacientov zaradi medicinske uporabe sevanj v skladu z mednarodnimi priporočili,
- ukrepanje v organizacijah, kjer so ljudje najbolj obremenjeni z viri sevanj (šole/vrtci, Postojnska jama ipd.),
- nadzor izvajanja izobraževanja iz varstva pred ionizirajočimi sevanji,

- nadzor izvajanja usmernjenih zdravstvenih pregledov,
- preverjanje, ali pooblaščenice organizacije še izpolnjujejo pogoje za izvajanje določenih dejavnosti,
- sodelovanje pri pripravi novih predpisov iz varstva pred sevanji,
- intenzivnejši nadzor virov sevanj v gospodarstvu (predvsem RTG naprav in neuporabnih radioaktivnih snovi).

9.15. UNSCEAR vprašalnik

Znanstveni odbor Združenih narodov za učinke atomskega sevanja (UNSCEAR) stalno zbira podatke o izpostavljenosti prebivalstva sevanju iz vseh virov, tako naravnih kot umetnih. Te podatke odbor predstavi Generalni skupščini in jih izdaja v publikaciji kot UNSCEAR poročila. Zadnje poročilo o izpostavljenosti virom sevanja je izšlo v letu 1993 pod naslovom "Viri in učinki ionizirajočega sevanja" in so ga prejele vse države članice ZN. V okviru svojih dejavnosti vodi UNSCEAR tudi obširno zbiranje podatkov iz vsega sveta o poklicni izpostavljenosti sevanju in o uporabi sevanj v medicini s ciljem, da bi pridobili natančnejšo oceno o prejetih dozah sevanja in zasledovati njihove trende. Vsaka država je bila na začetku 1996 zaprosena, da posreduje ustrezne podatke. V ta namen je odbor sestavil vprašalnik, ki so opremljeni s podrobnimi navodili za izpolnjevanje. UNSCEAR želi vključiti podatke iz vseh držav članic v svoje naslednje ovrednotenje o poklicni izpostavljenosti sevanju in o medicinski uporabi sevanja ter o medicinskem obsevu. Podatki omogočajo primerjavo med različnimi državami po svetu. Pregled podatkov ni namenjen temu, da bi služil kot vodič varstva pred sevanji, pač pa omogoča ustrezno podatkovno ozadje za to dejavnost. Za začetni pregled podatkov (UNSCEAR 1991) so zbirali podatke iz vsega sveta v obdobju 1975-1990 in jih objavili v poročilu iz leta 1993. Vprašalnik, ki ga je UNSCEAR posredoval vsem državam članicam v letu 1996 pa je namenjen za pridobitev podatkov iz obdobja 1990-94. Podatke bodo analizirali in publicirali v naslednjem poročilu s to tematiko.

1. Vprašalnik za pregled poklicne izpostavljenosti sevanju ima sledečo shemo:

- 1.1. Splošne informacije
- 1.2. Podatki za specifične kategorije zaposlenih

Jedrski gorivni krog

Rudarjenje urana, predelava urana, obogatitev urana in konverzija, izdelava goriva, delovanje reaktorja, reprocesiranje goriva, raziskave v jedrskem gorivnem krogu

Medicinska uporaba sevanja

Diagnostična radiologija, zobna radiologija, nuklearna medicina, radioterapija, druga medicinska uporaba

Industrijska uporaba sevanja

Industrijsko obsevanje, industrijska radiografija, svetlobno označevanje, proizvodnja radioizotopov, karotaža, delovanje pospeševalnikov, druga industrijska uporaba

Naravni viri

Civilno letalstvo, rudarjenje premoga, drugo rudarjenje mineralov, naftna in plinska industrija, rokovanje z minerali in rudninami

Obrambne dejavnosti

Jedrske ladje in podporni objekti, druge obrambne dejavnosti

Različne dejavnosti

Izobraževalne ustanove, veterinarska medicina, druge navedene poklicne skupine, nezgode z resnimi učinki.

2. Vprašalnik za medicinsko uporabo sevanja pokriva sledeča področja:

- 2.1. Splošne informacije
- 2.2. Diagnostične rentgenske preiskave
- 2.3. Postopki nuklearne medicine (diagnostični in terapevtski)
- 2.4. Radioterapevtska zdravljenja (teleterapija in brahiterapija)

Odbor pričakuje, da bodo odgovori odražali stanje dejavnosti po vsej državi, oziroma da bodo zbrani podatki na nekem področju, kraju ali bolnišnici ekstrapolirani za državo v celoti.

Oba vprašalnika je na URSJV posredovalo Ministrstvo za zunanje zadeve. URSJV je vprašalnika razmnožila in ju poslala na ustrezne naslove v Sloveniji (pooblaščen raziskovalne in strokovne organizacije, inštitute, vladne organe in delovne organizacije). Odgovori niso bili zadovoljivi, saj se je izkazalo, da v Sloveniji v praksi ne izvajamo take statistike podatkov, ki bi omogočala izpolnitev vprašalnika v celoti. Še posebej to velja za medicinske

preiskave, kjer se je zataknilo že pri številu posameznih preiskav navedenih v vprašalniku, da o starostni strukturi, delitvi po spolu in o prejetih dozah pacientov sploh ne govorimo.

Podobno smo ugotavljali, da so obseвне obremenitve rudarjev v premogovnikih in drugih rudnikih ter delavcev in osebja v termalnih zdraviliščih oziroma turističnih jamah področje, ki v Sloveniji ni sistemsko pokrito. URSJV je predlagala finančno podprtje raziskav, ki bi zagotovile podatke oziroma razjasnile določena še odprta vprašanja.

Nadalje je URSJV preko ZZSZ spodbudila širšo distribucijo vprašalnikov po vseh zdravstvenih ustanovah in tudi zasebnih zdravniških praksah. Slovenija mora zagotoviti statistiko podatkov, ki jo imajo danes že vse razvitejše države. URSJV vidi v tej akciji tudi neposredno varstveno korist: transparentnost podatkov bo nedvomno prispevala k boljšemu varstvu delavcev pred sevanji in k optimizaciji števila in kvalitete preiskav pri medicinski uporabi sevanja pri nas.

Tabela 31: DIAGNOSTIČNE RTG PREISKAVE V MEDICINI V RS L. 1996

Preiskava	KC Lj Urologija	KC Lj Pediatrska klinika	KC Lj. Radiologija v B. Petra Deržaja	KC Lj. Traumatolo gija	KC Lj. Infekcijska klinika	KC Lj. Ginekološka klinika	KC Lj. Ortopedska klinika	Onkološki inštitut Ljubljana	SB Slovenj Gradec	SB Maribor	SB Topol- šica	SB Sežana	SB Brezica	ZD Kočevje	ZD Vrhnika	ZD Zagorje	ZD Slovenj Gradec	ZD Ravna na Korotkem	ZD Radlje ob Dravi
Prsni koš	0	2257	5610	650	600	1500	1690	10585	n.p.	14733	8773	2909	6820	1797	1730	2568	740	1600	1459
Okončine in sklepi	0	577	3180	11720	0	100	17029	1590	n.p.	47208	170	1290	0	0	0	0	0	3250	3646
Hrbtenica	0	86	2244	1900	0	100	0	2225	n.p.	53284	682	1291	7442	0	0	0	0	2450	3402
Medenica	0	36	980	3100	0	200	0	1294	n.p.	6	85	80	0	0	0	0	0	300	0
Glava	0	102	360	125	0	160	0	340	n.p.	338	216	0	0	0	0	0	0	600	0
Abdomen	0	39	1115	5	0	0	0	216	n.p.	19935	79	33	0	0	0	0	0	0	5
Zg. gastrointestinalni trakt	0	74	456	0	0	0	0	152	n.p.	2811	58	12	929	0	0	0	0	110	375
Sp. gastrointestinalni trakt	0	23	394	0	0	0	0	42	n.p.	69	90	0	122	0	0	0	0	10	1
Holecistografija	0	0	20	0	0	0	0	0	n.p.	107	0	2	1	0	0	0	0	3	8
Urografija	1440	24	0	0	0	100	0	54	n.p.	4585	16	0	132	0	0	0	0	0	0
Mamografija	0	0	0	0	0	0	0	6416	n.p.	6180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CT	0	0	0	0	85	0	0	0	n.p.	36554	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Angiografija	0	0	0	0	6	0	0	0	n.p.	1832	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nativno slikanje ledvic	2803	0	0	0	0	0	0	0	n.p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rodila	0	0	0	0	0	800	0	0	n.p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intervencijski posegi	0	0	0	0	0	0	0	352	n.p.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostalo	724	596	0	0	0	100	0	297	n.p.	5744	0	0	18861	2293	0	0	0	0	0
SKUPAJ	4967	3814	14359	17500	691	3000	18719	23563	21205	193386	10169	5617	34307	4090	1730	2568	740	8323	8896

Ni podatkov: - KC Dermatovenerološka klinika, KC Interna klinika Ljubljana, KC Interna klinika Golnik, KC Nevrološka klinika, KC Oddelek za kardiologijo

Tabela 32: DIAGNOSTIČNE RTG PREISKAVE V MEDICINI V RS L. 1996

Preiskava	ZD Dravo grad	ZD Nazarje	ZASE Velog. Kranj	ZD Kranj	ZASE Jelincič N. Gorica	ZD Idrija	ZD Postojna	ZASE Štrajh Postojna	ZD Piran	ZD Koper	ZD Krško	ZD Črnomelj	ZD Trebncje	ZD Sevnica	ZD Murska sobota	ZD Lendava	SKUPAJ
Prsni koš	250	395	2500	3078	0	1891	2000	0	1043	5000	2760	1679	1142	681	3576	994	93010 (+ n.p.)
Okončine in sklepi	1400	0	0	20616	0	1872	4930	0	0	0	840	0	0	0	0	830	120248 (+ n.p.)
Hrbtenica	1255	0	0	0	0	575	4020	0	0	0	4320	0	0	0	0	963	86239 (+ n.p.)
Medenica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	6298 (+ n.p.)
Glava	0	0	0	0	0	98	0	0	0	0	125	0	0	0	0	43	2507 (+ n.p.)
Abdomen	0	0	0	204	0	7	68	0	0	0	30	0	0	0	0	0	21736 (+ n.p.)
Zg. gastrointestinalni trakt	0	0	0	247	0	0	210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5434 (+ n.p.)
Sp. gastrointestinalni trakt	0	0	0	120	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	875 (+ n.p.)
Holecistografija	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249 (+ n.p.)
Urografija	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6393 (+ n.p.)
Mamografija	0	0	0	0	4000	0	0	5500	0	0	0	0	0	0	0	0	22096 (+ n.p.)
CT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36639 (+ n.p.)
Angiografija	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1838 (+ n.p.)
Nativno slikanje ledvic	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2803 (+ n.p.)
Rodila	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	800 (+ n.p.)
Intervencijski posegi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	352 (+ n.p.)
Ostalo	0	0	0	151	0	0	0	0	0	60	490	0	0	0	0	0	29316 (+ n.p.)
SKUPAJ	2908	395	2500	24458	4000	4443	11237	5500	1043	5060	8565	1679	1142	681	3576	444	459274

Tabela 33: RTG PREISKAVE V ZOBOZDRAVSTVU V RS L. 1996

Izvajalec	intraoralno	panoramsko	SKUPAJ
KC Ljubljana - Stomatološka klinika	20671	7861	28532
ZD za študente - Ljubljana	5596	0	5596
ZD Kočevje	3057	0	3057
ZD Logatec	241	0	241
ZD Zagorje	35	0	35
Zas. B. Seka - Kidričevo	92	0	92
ZD Slovenj Gradec	4500	600	5100
Zas. A. Viher - Ruše	508	0	508
ZD Ravne na Koroškem	3300	1150	4450
ZD Dravograd	1700	0	1700
ZD Radlje ob Dravi	8894	0	8894
Zas. M. Berčič - Limbuš	811	0	811
Zas. E. Teran Duplje	500	0	500
Zas. M. Zaletel Lesce	14	0	14
ZD Idrija	1024	0	1024
ZD Postojna	3260	1991	5251
Zas. V. Kostanjšek - Postojna	253	0	253
Zas. K. Alič - Portorož	10	0	10
ZD Piran	4323	0	4323
ZD Koper	4200	2960	7160
Zas. A. Mlinar - Ankaran	264	0	264
Zas. M. Babič - Portorož	6	150	156
Zas. S. Ferlež - Novo Mesta	23	58	81
Zas. L. Knežič - Sevnica	20	24	44
ZD Krško	6000	2500	8500
Zas. D. Pavičič - Črnomelj	28	0	28
Zas. A. Cerovac - Črnomelj	150	0	150
Zas. A. Šuklje - Metlika	253	0	253
ZD Črnomelj	175	0	175
ZD Trebnje	977	0	977
ZD Murska Sobota	7689	281	7970
ZD Lendava	1419	0	1419
SKUPAJ	79993	17575	97568

Ni podatkov: cca 65% izvajalcev

Tabela 34: POSTOPKI V NUKLEARNI MEDICINI (KNM LJ+MB)

Preiskava ali zdravljenje	Letno število preiskav	Radio farmacevtik	Aktivnost (MBq)		Starostna distribucija(%)			Spol (%)	
			povprečne	interval	0-15	16-40	>40	M	Ž
DIAGNOSTIČNI PREGLEDI									
Pregled kosti	1039 1433	^{99m} Tc DPD	500 400		8,5	14,6	76,9		
Kardiovaskularni pregled	1135 29 574	^{99m} Tc MIBI ²⁰¹ TlCl	400 74		0,2	6,4 1,1	93,4 98,9		
Perfuzijski pljučni pregled	814 16 415	^{99m} Tc MAA	140 185	120-160	3,8	10,9 20,0	85,3 80,0	10,0	60,0
Ventilacijski pljučni pregled	729163	¹³³ Xe gas	140 148	100-200	3,8	10,7 20,0	85,5 80,0	40	60
Pregled ščitnice	2442 340 659	^{99m} Tc ¹³¹ I	74 5 74	3,7-7,4					
Privzem v ščitnici	510	¹³¹ I	2	1,5-3,7					
Pregled ledvic	943 129 715	^{99m} Tc MAG3 ^{99m} Tc DMSA	100 80 185		42,8 93,4	18,3 5,6	38,9 1,0		
Pregled jeter/vranice	26 58 175	^{99m} Tc BRIDA ^{99m} Tc ERI	500 500 296		25,2	15,2	59,6		
Pregled možganov	72 40 20	^{99m} Tc	500 370 400		26,3	12,3 15,0	61,4 85,0	48	52
OSTALO	1090 675								
SKUPAJ vse preiskave									
TERAPEVTSKI POSTOPKI									
Malignost ščitnice									
Povečana ščitnica	353 106	¹³¹ I	550 185						
Polycythaemia vera	2	³² P	37						
Metastaze kosti	4 9	⁸⁹ Sr	150 148						
Sinovitis	25	⁹⁰ Y colloid	185						
Ostalo	4	Ru ploščica	1000				100		
SKUPAJ vse preiskave									

Celotna populacija	1 500 000
--------------------	-----------

Tabela 34: Nadaljevanje POSTOPKI V NUKLEARNI MEDICINI (ONKOLOŠKI INŠTITUT)

Preiskava ali zdravljenje	Letno število preiskav	Radio farmacevtik	Aktivnost (MBq)		Starostna distribucija (%)			Spol (%)	
			povprečna	interval	0-15	16-40	>40	M	Ž
DIAGNOSTIČNI PREGLEDI									
Pregled kosti	2902	^{99m} Tc teceos	600						
Kardiovaskularn i pregled	43	^{99m} Tc pyroscint	925						
	23	^{99m} Tc pyroscint	740						
Perfuzijski pljučni pregled	176	^{99m} Tc MAA scint	185						
Ventilacijski pljučni pregled									
Pregled ščitnice	73 177	^{99m} Tc ¹³¹ I	111 1,85						
Privzem v ščitnici	177	¹³¹ I	1,85						
Pregled ledvic	117 51	^{99m} Tc nefroscint ^{99m} Tc DTPATEC	666 222						
Pregled jeter/vranice	57	^{99m} Tc livoscint	185						
Pregled možganov perf.	127 43	^{99m} Tc DTPA TEC ^{99m} Tc DTPA TEC	666 666						
OSTALO	1841 236	¹³¹ I HIP ⁶⁷ Ga, ^{99m} Tc	2,59 154,7						
SKUPAJ vse preiskave	6043								
TERAPEVTSKI POSTOPKI									
Malignost ščitnice	91	¹³¹ I		3700- 7400					
Povečana ščitnica									
Polycythaemia vera									
Metastaze kosti	5	⁸⁹ SrMETASTRON	148						
Sinovitis									
Ostalo MIBG	1	¹³¹ I		3700- 7400					
SKUPAJ vse preiskave	97								
Celotna populacija				1 500 000					

Tabela 35: RADIOTERAPEVTSKI POSTOPKI (OI)

Preiskava ali zdravljenje	Število zdravljenih pacientov v enem letu	Izstopna energija/ izotop	Doza v tarči obsevanega dela (Gy)		Starostna distribucija (%)			Spol (%)	
			povprečna	interval	0-15	16-40	>40	M	Ž
TELETERAPIJA									
Levkemija	21	⁶⁰ Co	5	5-12	23	26	51	65	35
Limfoma	160	6 MeV	30	20-40	5	55	40	57	43
Tumor na dojkah	461	⁶⁰ Co	50	50-60	0	10	90	1	99
Tumor na pljučih/prsnem košu	678	8 MeV	50	30-60	0	3	97	70	30
Ginekološki tumor	373	8 MeV	50	50-60	0	32	68	0	100
Glava/vrat tumor	480	⁶⁰ Co 5 MeV	60	50-70	1	16	83	88	12
Tumor v možganih	60	8 MeV	40	30-50	1	14	85	50	50
Tumor na koži	239	elektroni 150 KV	60	50-70	0	7	93	65	35
Tumor na mehurju	51	8 MeV	50	40-60	0	0	100	54	46
Tumor na prostati	68	8 MeV	50	20-60	0	5	95	100	0
Tumor na (rectum)	121	8 MeV	50	20-60	0	8	92	70	30
Benigne/nenevarne bolezni	34	⁶⁰ Co	20	20-50	0	0	100	50	50
OSTALO (metastaze)	2096	⁶⁰ Co	30	8-40	0	8	92	45	55
SKUPAJ vse vrste zdravljenja	4842								
BRAHITERAPIJA									
Glava/vrat tumor	88	¹³³ J			1	20	79	25	75
Tumor na dojkah	0								
Ginekološki tumor	25 150	¹⁹² Ir ¹³⁷ Cs				16 4	84 96		100 100
Tumor na prostati	2	¹⁹² Ir					100	100	
Ostalo	13	¹⁹² Ir			8		92	40	60
SKUPAJ vse vrste zdravljenja	278								

Celotna populacija	2 000 000
--------------------	-----------

10. MINISTRSTVO ZA NOTRANJE ZADEVE

Ministrstvo za notranje zadeve ima na področju jedrske varnosti po obstoječi zakonodaji naslednje pristojnosti:

1. Po zakonu o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Ur. list SRS, 28/80) na področju tehničnega in fizičnega varovanja jedrskih odpadkov, naprav in radioaktivnih snovi določa obseg in način tehničnega in fizičnega zavarovanja, potrjuje načrte ukrepov in nadzira predpisane ukrepe.

2. Po zakonu o prevozu nevarnih snovi (Ur. list SFRJ, 27/90) sodeluje v postopku pridobivanja dovoljenj za promet in prevoz radioaktivnih snovi, med prevozom pa snovi spremlja in če je potrebno tudi varuje (prevoz goriva za NEK).

Zaradi pomembnosti namenja posebno pozornost Nuklearni elektrarni v Krškem, zato je večina dejavnosti vezana prav nanjo.

V skladu z veljavnimi načrti varovanja v mirodobnih razmerah potekajo preventivne dejavnosti vse leto. Njihov glavni namen je preprečevanje dejavnosti, ki bi lahko kakorkoli ogrozile varnost teh objektov.

V letu 1996 organi za notranje zadeve niso ugotovili večjega ogrožanja varnosti, javnega reda in miru, kaznivih dejanj in drugih oblik ogrožanja splošne varnosti, ki bi lahko pomenile grožnjo jedrskim objektom. Prav tako niso odkrili nobenega dogodka, ki bi pomenil direktno ogrožanje varnosti NEK, tako da bi bilo potrebno sprožiti pripravljenost višje stopnje in z dodatnimi močmi pomagati varnostni službi NEK.

Skupaj z URSJV so opravili dva ogleda tehničnega sistema varovanja Nuklearne elektrarne Krško, sami pa enega. Pri tem niso ugotovili večjih pomanjkljivosti v delovanju obstoječega sistema, vendar zaradi zastarelosti NEK pripravlja njegovo posodobitev.

Prav tako so organi za notranje zadeve po ustaljenem programu sodelovali pri usposabljanju in preverjanju varnostnikov, ki delajo v varnostni službi NEK.

Varnostne razmere v letu 1996 lahko ocenimo kot ugodne in v primerjavi s prejšnjim letom ni bistvenih sprememb.

Delno je to tudi posledica umirjanja in normalizacije razmer v Hrvaški in na ostalih območjih bivše skupne države.

Kljub temu pa je še vedno zaskrbljujoč nerešen status NEK.

V letu 1996 je MNZ dal 363 soglasij k dovoljenjem za prevoz radioaktivnih snovi preko državne meje in v notranjosti Republike Slovenije.

11. REFERENDUM

Po več letih relativno majhnega odpora javnosti proti jedrski energiji v Sloveniji, je ta jeseni 1995 postal dokaj močan. Do konca oktobra 1995 je 37 poslancev podpisalo zahtevo za razpis referendumu o zaprtju in dekomisiji jedrske elektrarne Krško. Za razpis referendumu je potrebnih 30 podpisov poslancev, tako da je moral državni zbor skladno z ustavo referendum razpisati. Do razpisa referendumu ni prišlo, saj so nekateri poslanci naknadno umaknili svoje podpise. Zahteva za razpis je tako propadla.

Po teh dogodkih je prišlo do nekajmesečnega zatišja, vendar je med marcem in majem leta 1996 prišlo do pobude za razpis referendumu z zbiranjem 40.000 podpisov državljanov. To dogajanje je sovpadalo z mednarodnimi aktivnostmi ob 10. obletnici jedrske nesreče v Černobilu, ki jih je močno podpirala tudi tujina (Greenpeace, GLOBAL 2000). Tudi drugi poskus razpisa referendumu za predčasno zaprtje NE Krško ni uspel, saj je organizatorjem uspelo v roku zbrati le 2463 od zahtevanih 40.000 podpisov.

12. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU

12.1. PREGLED JEDRSKIH ELEKTRARN V SVETU

Na osnovi informacij, ki jih posreduje Mednarodna agencija za jedrsko varnost (1) je v svetu ob koncu leta 1996 obratovalo 442 jedrskih elektrarn v 31 državah. V Franciji, Japonski dve, Romuniji in ZDA je bilo v letu 1996 na novo priključenih na električno omrežje 5 jedrskih elektrarn s skupno 5717 MW. Danes jih je v izgradnji še 36 v 14 državah.

Delež električne energije proizvedene v jedrskih elektrarnah je v letu 1996 še zmeraj izredno visok v devetih državah: Litva, 83.4 %; Francija, 77.4 %; Belgija, 57.2 %; Švedska, 52.4 %; Slovaška, 44.5 %; Švica, 44.5 %; Ukrajina, 43.8 %; Bolgarija, 42.2 % in Madžarska, 42.30 %. Na desetem mestu je Slovenija z 37.87 % proizvedene električne energije. Celotno gledano je v svetu 17 držav, ki svojo porabo električne energije pokrivajo 25% ali več z električno energijo pridobljeno v jedrskih elektrarnah.

V svetu je bilo v letu 1996 skupno v jedrskih elektrarnah proizvedeno več kot 2300 TWh električne energije oz. 17 % svetovne proizvodnje 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 1996 je znašala 8135 let.

Tabela 12.1: Jedrski energetski reaktorji v obratovanju in v gradnji ob koncu leta 1996 (IAEA, Press Release PR 97/6, 24.4.1997.)

Država	Reaktorji v obratovanju		Reaktorji v gradnji	
	Število	Skupno MW	Število	Skupno MW
Argentina	2	935	1	692
Armenija	1	376		
Belgija	7	5712		
Brazilijska	1	626	1	1245
Bolgarija	6	3538		
Kanada	21	14902		
Kitajska	3	2167	2	1200
Češka	4	1648	2	1824
Finska	4	2355		
Francija	57	59948	3	4355
Nemčija	20	22282		
Madžarska	4	1729		
Indija	10	1695	4	808
Iran			2	2146
Japonska	53	42369	2	2111
Kazahstan	1	70		
Koreja rep.	11	9120	5	3870
Litva	2	2370		
Mehika	2	1308		
Nizozemska	2	504		
Pakistan	1	125	1	300
Romunija	1	650	1	650
Rusija	29	19843	4	3375
Južnoafriška rep.	2	1842		
Slovaška	4	1632	4	1552
Slovenija	1	632		
Španija	9	7207		
Švedska	12	10040		
Švica	5	3077		
V. Britanija	35	12928		
Ukrajina	16	13765	4	3800
ZDA	110	100685		1165
Skupno*	442	350964	36	27928

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

Tabela 12.2: Delež električne energije proizveden v jedrskih elektrarnah za leto 1996 in odstotek od celotne proizvodnje električne energije ter izkušnje z obratovanjem jedrskih elektrarn izražene v letih (IAEA, Press Release PR 97/6, 24.4.1997.)

Država	Delež el. ener. proizveden v NE v 1996		Obratovalne izkušnje do konca 1996	
	TWh	delež %	leta	mesci
Argentina	6.92	11.43	36	7
Armenija	2.10	36.72	29	4
Belgija	41.40	57.18	142	7
Brazilijska	2.29	0.74	14	9
Bolgarija	18.08	42.24	84	1
Kanada	87.52	15.97	369	9
Kitajska	13.62	1.27	11	5
Češka	12.85	20.00	42	8
Finska	18.68	28.13	71	4
Francija	378.20	77.36	935	3
Nemčija	152.80	30.29	530	7
Madžarska	14.18	40.76	46	2
Indija	7.42	2.21	139	1
Japonska	287	33.37	756	1
Kazahstan	0.09	0.15	23	6
Koreja rep.	70.33	35.77	111	10
Litva	12.67	83.44	22	6
Mehika	7.11	5.08	9	11
Nizozemska	3.90	4.79	51	9
Pakistan	0.31	0.56	25	3
Romunija	0.91	1.75	0	6
Rusija	108.82	13.10	555	6
Južnoafriška rep.	11.76	6.33	24	3
Slovaška	11.26	44.53	65	5
Slovenija	4.36	37.87	15	3
Španija	53.28	31.97	156	2
Švedska	71.40	52.38	231	2
Švica	23.72	44.45	108	10
V. Britanija	85.9	26.04	1098	4
Ukrajina	79.58	43.76	190	2
ZDA	674.78	21.92	2138	7
Skupno	2300.9		8135	8

12.2. PREGLED STANJA JEDRSKE VARNOSTI V SVETU

12.2.1. Udejstvovanje misij MAAE

Komisija Mednarodne agencije za atomsko energijo OSART (Op-

erational Safety Assessment Review Team) je v letu 1996 opravila tri misije tehnične izmenjave, tri misije varnostnih pregledov ter dve po-OSART misij, ASSET misij (Assessment of Safety Significant Events Team) je bilo 14.

Tabela 12.3: OSART misije v letu 1996 (2)

Država	Jedrski objekt	Tip reaktorja	Vrsta misije
Ukrajina	Južna Ukrajina	WWER-1000 MV	S
Francija	Dampierre	PWR-940 MW	O
Kitajska	Guangdong	PWR 980 MW	O
Slovaška	Bohunice 3,4	WWER 440 MW	O
Bolgarija	Kozloduy	WWER-440 MW	S
Švica	Leibstadt	BWR-1050 MW	PO
Slovaška	Bohunice 1,2	WWER-440	S
Ukrajina	Kiev		T
Francija	Flamanville	PWR-1380 MW	PO
Pakistan	Chashma	PWR-300 MW	T
Mehika	Laguna Verde	BWR-675 MW	T

PO - po-OSART misija, O - OSART misija, S - varnostni pregledi, T - tehnična izmenjava

Tabela 12.4: ASSET misije v letu 1996

Država	Jedrski objekt - lokacija	Tip
Slovaška	Bratislava	S
Slovenia	Krško	Z
Švica	Mühlberg	S
Finska	Olkiluoto	S
Kitajska	Daya Bay	S
Rusija	Leningrad	S
Rusija	Leningrad	T
Bolgarija	Sofija	S
Češka	Dukovany	Z
Švedska	Forsmark	Z
Ukrajina	Kiev	S

Z - Misija za pregledovanje in ocenjevanje (varno obratovanje)

S - seminar

T - Misija za pregledovanje in ocenjevanje (varnostna kultura)

vir: The Annual Report for 1996, IAEA, GOV/2915 z dne 25.4.1997 (Draft)

12.2.2. Obratovanje, nezgode, nesreče

V letu 1996 je informacijski sistem Mednarodne agencije za atomsko energijo INES - Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov, prejela 66 poročil o dogodkih v jedrskih objektih, ki jih je prispevalo 59 držav. Od teh 66 poročil sta bila dva izven lestvice in se ne štejeta, 28 jih je bilo stopnje 0, 25 stopnje 1, 10 stopnje 2 in tri stopnje 3. Dogodkov višje stopnje kot 3 ni bilo. INES lestvica ima 7 stopenj. Od teh 66 poročil jih je bilo 56 iz jedrskih elektrarn, 10

pa iz drugih jedrskih objektov.

Trije dogodki so bili uvrščeni na 3. stopnjo, ki predstavlja resno nezgodo; eden od njih je povzročil sprostitev radioaktivnosti v elektrarni, dva pa sta povzročila prekomerno obsevanje delavcev v drugih jedrskih objektih. Slovenija je prispevala eno poročilo stopnje 0, o dogodku, ki se je zgodil 14.8.1996 v Krškem (glej poglavje: Ustavitev in zmanjšanja moči reaktorja)

Tabela 12.5: Pregled dogodkov INES lestvice

Leto	Št. pri- nesreč, nezgod	INES sistem poročanja								
		Izven lestvice	0 - pod lestvico	1	2	3	4	5	6	7
1990	21	0	4	8	9	0	0	0	0	0
1991	94	1	30	29	28	6	0	0	0	0
1992	69	2	29	26	11	1	0	0	0	0
1993	72	7	27	18	16	4	0	0	0	0
1994	70	1	33	26	10	0	0	0	0	0
1995	66	4	29	23	9	1	0	0	0	0
1996	66	2	28	25	10	3	0	0	0	0
Skupaj	392	15	152	130	83	12	0	0	0	0

Vira: Nuclear Safety Review 1995.

The Annual Report for 1996, IAEA, GOV/2915 z dne 25.4.1997 (Draft)

12.3. SVETOVNI TRENDI

Čeprav Japonska, Kitajska in Republika Koreja nameravajo še povečati svojo mrežo jedrskih elektrarn, bo rast proizvodnje električne energije v jedrskih objektih nizka. Nekaj držav je opustilo ali za nedoločen čas suspendiralo svoje že delno zgrajene ali planirane jedrske elektrarne in postavilo moratorij na nove jedrske programe.

IAEA ocenjuje, da se bo povečala svetovna jedrska kapaciteta proizvodnje električne energije do leta 2000 za 7 % in bo znašala 370 GWe. Izgradnja novih jedrskih elektrarn je koncentrirana v Aziji na Japonskem, Kitajski in v Republiki Koreji, v Vzhodni Evropi in Franciji. Od 32 jedrskih elektrarn v izgradnji se pričakuje, da jih bo 27 do leta 2000 v komercialnem obratovanju s skupno močjo 22000 MW. Tudi v Ukrajini sta v končni fazi izgradnje dva 950 MW tlačnovodna reaktorja, ki naj bi zamenjala obstoječe kapacitete predvsem črnobilskih reaktorjev. Dokončanje teh je odvisno od kapitala, ki ga bo še treba zagotoviti.

Zaradi moratorija v zahodnih državah namesto izgradnje novih elektrarn pristopajo k povečanju kapacitet že obstoječih. V državah kot so ZDA, Belgija, Švedska in Nemčija so že močno povečali proizvodno kapaciteto. V Švici planirajo povečati kapaciteto svojih pet elektrarn za 10 %. Finska planira povečati kapaciteto svoje jedrske elektrarne Olkiluoto za cca 17 %.

Po letu 2000 se ne predvideva bistvena sprememba v trendu. Leta 2010 naj bi inštalirana kapaciteta jedrskih elektrarn bila enaka tisti iz leta 2000 vendar bi jedrski delež proizvedene električne energije v svetu padel iz 17 % na 13 %. Programe izgradnje jedrskih objektov po letu 2000 imajo Rusija, Japonska, Republika Koreja, Kitajska, Indija in Tajvan ter še štiri države, ki sedaj nimajo jedrskih elektrarn. To so Indonezija, Egipt, Turčija in Iran. Trenutno je za obdobje po letu 2000 planirano 72 novih elektrarn vendar nobene v Zahodni Evropi ter Severni in Južni Ameriki. Celo v Franciji so izjavili, da ne bodo naročevali novih konvencionalnih ali jedrskih elektrarn do leta 2000 ne glede na to, da imajo lokacije že izbrane. Rusija načrtuje izgradnjo 12 novih jedrskih elektrarn večinoma na že obstoječih lokacijah, Japonska pa 19, za katere imajo večinoma že izbrane lokacije. Zanimivo je, da na Japonskem lokalne skupnosti ponujajo svoje lokacije za izgradnjo jedrske elektrarne, ker te predstavljajo zanesljiv in hiter razvoj kraja. Republika Koreja poleg petih jedrskih elektrarn v izgradnji načrtuje

do leta 2010 priključitev na električno omrežje še dodatnih 12 jedrskih elektrarn s kapaciteto 13100 MW. Prav tako ambiciozne plane imata Kitajska in Indija. Indija planira 12 novih jedrskih elektrarn manjše kapacitete.

Leta 1954 so v Obninsku v Sovjetski zvezi pognali prvo jedrsko elektrarno na svetu, ki je imela moč od 5 MW. Leta 1955 so v poskusnem vrelnem reaktorju v ZDA prvič proizvedli dovolj električne energije za razsvetljavo mesta Arco v Idahu. Prva komercialna jedrska elektrarna v Shippingportu, ZDA je začela obratovati leta 1957. Po 40 letih delovanja komercialnih jedrskih elektrarn oz. 8135 obratovalnih let, strokovnjaki ugotavljajo, da je veliko jedrskih objektov sposobnih obratovati dalj, kot je predvidena življenjska doba od 20 do 40 let. V ZDA se življenjska doba podaljšuje od 40 do 60 let oz. na Japonskem od 50 do 70 let. Najstarejša še delujoča komercialna jedrska elektrarna Calder Hill v Angliji je bila planirana, da deluje 20 let; v obratovanju je že 40 let in si prizadevajo za podaljšanje obratovalnega dovoljenja. Najstarejši švedski elektrarni so s primerno obnovo podaljšali življenjsko dobo za 20 let. Tudi tehnične in finančne prednosti zamenjave osnovnih delov reaktorja, kot so uparjalniki, so se pokazale kot zelo preiščljene in koristne poteze. Predvsem so zelo koristne glede na težave, s katerimi se srečujejo ob močnem protijedrskem nasprotovanju v primeru nadomeščanja in zamenjave za jedrske kapacitete. Na drugi strani pa so ekonomske, politične in upravne zahteve pripeljale do predčasne zaustavitve nekaj jedrskih elektrarn, predvsem v ZDA.

Še zmeraj je v svetu debata za in proti uporabi jedrske energije za pridobivanje električne energije. Predvsem so v ospredju ekološka vprašanja, kot je negotovost pri shranjevanju radioaktivnih odpadkov. Shranjevanje nizko in srednje radioaktivnih odpadkov je rešljivo in vse manj je v svetovnih medijih opaziti proteste proti takšnim odlagališčem. Problem so še zmeraj visoko radioaktivni odpadki oz. izrabljeno jedrsko gorivo, katerega problematika shranjevanja se rešuje, vendar počasi in jo s pridom izkoriščajo nasprotniki uporabe jedrske energije. Zagovorniki jedrske energije vse bolj prihajajo s protiangumenti predvsem direktnim onesnaževanjem okolja med obratovanjem. Prednost pridobivanja elektrike iz jedrske energije predstavljajo kot izredno majhen vpliv na okolje v primerjavi z elektriko pridobljeno iz fosilnih goriv, kot so premog, nafta in plin.

Predvsem zanimiva je uporaba jedrske energije v mirnoljubne

namene, ki se poleg pridobivanja električne energije uporablja še za:

- industrijske in medicinske radiografske tehnike,
- analitske metode,
- merilnike nivoja,
- obsevalne tehnike,
- metode, ki uporabljajo nezaprta radioaktivna sredstva,
- razne druge metode.

Razširjenost miroljubne uporabe jedrske energije v svetu

Na svetu obratuje (vrednosti so približne):

- 442 jedrskih elektrarn
- 350 raziskovalnih reaktorjev
- 300 nevtronskih generatorjev
- 180 velikih gama obsevalnih naprav
- 4.000 pospeševalnikov z elektronskim curkom
- 700 pospeševalnikov za industrijsko uporabo
- 50.000 naprav za industrijsko radiografijo
- 120.000 virov za brahiterapijo
- 3.000 teleterapevtskih naprav
- 1.000.000 rentgenskih naprav v medicini in stomatologiji

Vse te naprave na svoj način obremenjujejo delavce in prebivalstvo s sevanjem.

Na svetu se opravi:

- 1,2 milijarde letnih rentgenskih pregledov
- 350 milijona letnih zobnih rentgenskih pregledov
- 30 milijona letnih preiskav v nuklearni medicini
- 6 milijona letnih zdravljenj z radioterapijo

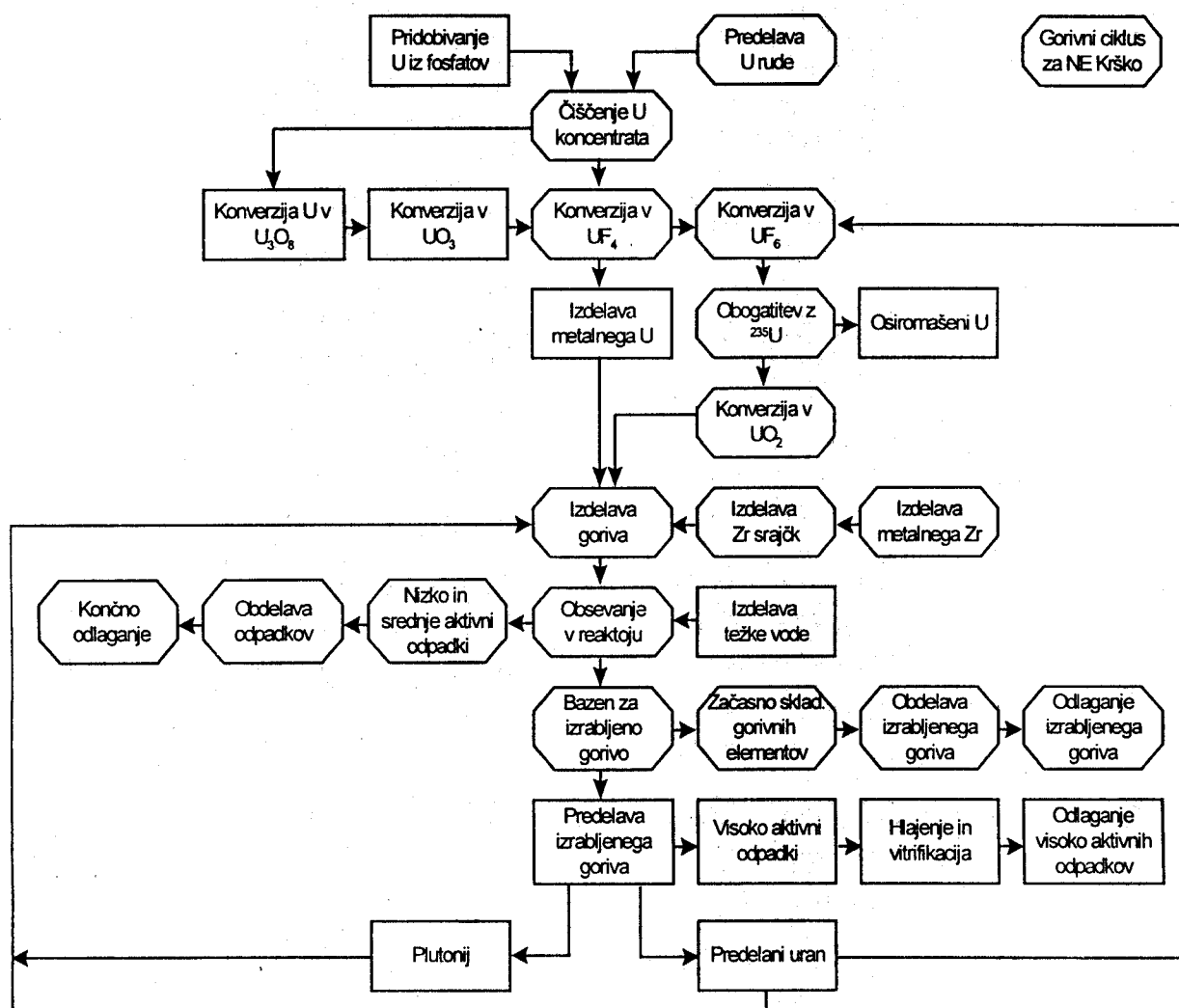
12.4. JEDRSKI GORIVNI CIKEL

Jedrski gorivni cikel delimo na pred iradiacijski del (ang. Front End) in post iradiacijski del (ang. Back End). Pred iradiacijski del obsega pridobivanje urana, rafinacijo in konverzijo urana, njegovo izotopsko obogatitev ter izdelavo gorivnih elementov. Post iradiacijski del pa obsega ravnanje z izrabljenim gorivom, njegovo eventualno predelavo in končno odlaganje gorivnih elementov ali visokoaktivnih odpadkov.

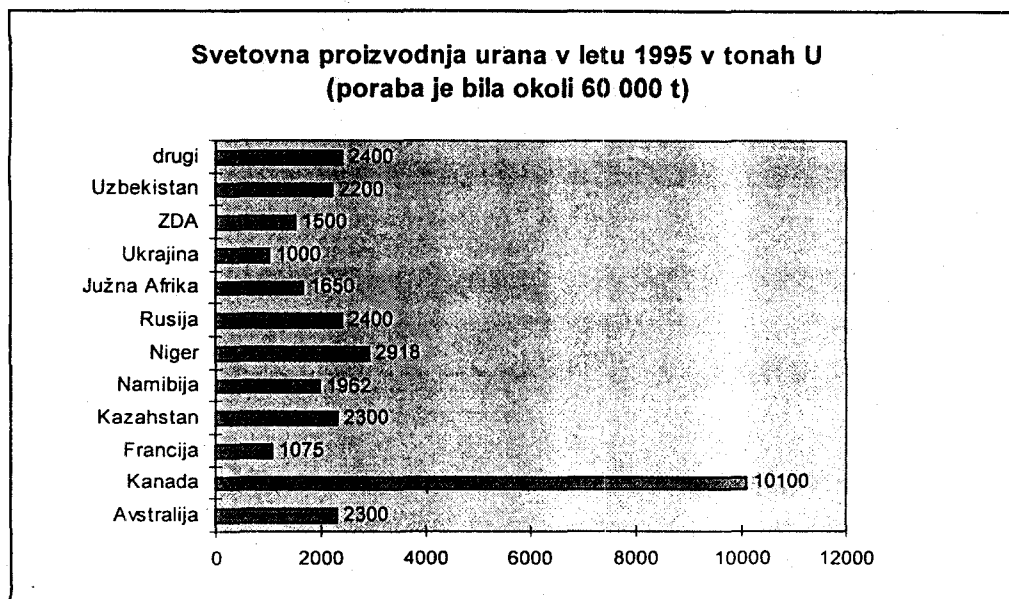
Pridobivanje urana

Pridobivanje urana v svetu že vrsto let močno zaostaja za njegovo porabo. Letna poraba urana znaša okoli 60.000 ton U, svetovna proizvodnja pa je v letu 1995 znašala komaj 33.500 ton U. Razlika prihaja na trg iz rezerv, ki so bile ustvarjene v obdobju 1975 - 1985. Po razpadu Sovjetske zveze so prišle na svetovni trg tudi znatne količine urana, s katerimi danes razpolaga Rusija. Dodatno k temu, pa bodo, zaradi jedrskega razoroževanja obeh blokov, znatne količine visokoobogatenega urana iz jedrskih orožij uporabljene za proizvodnjo jedrske energije v civilnih jedrskih reaktorjih (pogodbe so že sklenjene). Ne glede na to pa grozi, da bo čez nekaj let prišlo do zmanjšane ponudbe urana. Ta bojazen se odraža v porastu cen urana na prostem trgu, kjer so cene od sredine 1995 z 8 US \$ za lb (453.6 g) U_3O_8 porasle na 15 US \$ v začetku 1996. Po drugi strani pa povprečne cene dolgoročnih pogodb še naprej padajo in trenutno znašajo nekoliko pod 20 \$ za libro. Vse kaže da bo že v letu 1997 uran na prostem trgu dražji od cen za dolgoročne dobave. Proizvodnja urana in svetovna poraba so prikazani na sliki 12.1

Jedrski gorivni cikel



Slika 12.1



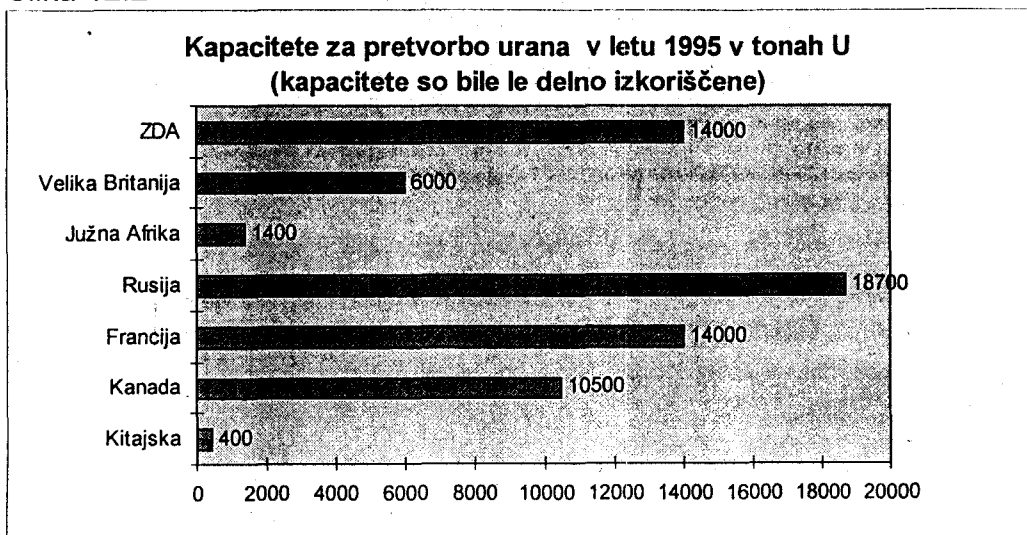
V Sloveniji je Rudnik urana Žirovski vrh v letih od 1985 - 1990 predelal 607.700 ton uranove rude in proizvedel skupno 383.5 ton urana v obliki 452.5 ton rumene pogače. Proizvedeni uran je bil porabljen za izdelavo goriva za NE Krško. Preostali potrebni uran si NE Krško, ki nima sklenjenih dolgoročnih pogodb za dobavo urana, zagotavlja na prostem trgu.

Pretvorba (konverzija) urana

Pretvorba urana je razmeroma enostaven postopek čiščenja uranovega koncentrata (ali U_3O_8 ali rumene pogače - amonijevega diuranata) in njegova pretvorba v uranov hexsafluorid, ki v večini primerov predstavlja vhodno surovino za bogatenje urana. Cena postopka je okoli 5-7 US \$ za kilogram urana.

Na svetu je trenutno več kot dovolj razpoložljivih kapacitet. Slika 12.2 prikazuje porazdelitev svetovnih kapacitet za pretvorbo urana.

Slika 12.2



V Rusiji, na Japonskem in Franciji obstajajo v okviru civilnega nuklearnega programa še kapacitete za pretvorbo urana, ki prihaja iz predelovalnih obratov. Izdelani UF_6 v Rusiji obogatijo in ga uporabljajo za izdelavo gorivnih elementov za RBMK reaktorje (tipa Černobil).

Obogatitev urana

Ker naravni uran vsebuje le 0.71 % cepljivega uranovega izotopa ^{235}U , je potrebno za doseg kritične reakcije v reaktorju z naravnim uranom zagotoviti močan flux termalnih nevtronov. Zaradi tega se lahko naravni uran uporablja kot gorivo le v reaktorjih, ki so moderirani s težko vodo (kanadski CANDU reaktor) ali z grafitom

(britanski NUGG - Natural Uranium Graphite Gas cooled reaktor; imenovani tudi GCR). Za reaktorje, ki so hlajeni in moderirani z navadno vodo (PWR in BWR) pa je potrebno uran za izdelavo gorivnih elementov obogatiti z izotopom ^{235}U na okoli 4 %.

Sam postopek izotopske obogatitve urana je izredno zapleten in drag fizikalni proces. V industrijski rabi sta dva postopka, centrifugiranje in plinska difuzija. V proces vstopa naravni uran v obliki vpljenega heksafluorida, izstopata pa na okoli 4 % obogateni uran in osiromašeni uran, ki po procesu vsebuje še vedno okoli 0.3 % cepljivega uranovega izotopa ^{235}U . Obogateni uran se po končanem postopku defluorizira in pretvori v UO_2 . V tabeli 12.6 so prikazane kapacitete in postopki za obogatenje urana po svetu.

Tabela 12. 6

Država	Operater	Metoda	Kapaciteta (kSWU/a)
Kitajska	CNEIC	centrifugiranje	200
Francija	Eurodif	plinska difuzija	10800
Nemčija			
Nizozemska	Urenco	centrifugiranje	3300
Velika Britanija			
Japonska	JNFL	centrifugiranje	700
Rusija	Minatom	centrifugiranje	10000
ZDA	DOE	plinska difuzija	19200
Skupaj			44200

- * SWU (Separative Work Unit) enota obogatitve urana je funkcija koncentracije U_{235} v obogačenem uranu
- * kSWU je 1000 SWU

Letna poraba SWU je okoli 33.000 kSWU, torej razpoložljive kapacitete za obogatitev urana znatno presegajo letno porabo. Podobno kot pri uranu, je tudi pri storitvah za obogatitev urana formiran prosti trg. Cene na prostem trgu so bile v letu 1995 med 90 in 97 US \$ za SWU. Cene dolgoročnih pogodb za obogatitev urana pa so pri Department of Energy (US-DOE), kjer NE Krško nabavlja SWUje, so pred privatizacijo v letu 1994 znašale okoli 125 US \$ za SWU.

Izdelava jedrskega goriva

Proizvodnja jedrskega goriva in srajčk za gorivne elemente so tehnološko zapleteni in dragi procesi, ki terjajo kar največjo stopnjo zagotavljanja kakovosti. Glede na to, da na svetu obratuje pet osnovnih tipov reaktorjev z nekaj podvrstami, je potrebno zagotoviti veliko vrst goriva. Normalno oksidno gorivo je izdelano iz uranovega dioksida. Oksid je hladno stisnjen v cilindrične tabletko, ki so sintrane pri temperaturi 1700°C. Tabletko so hladno brušene na zahtevano dimenzijo in vložene v cevke izdelane iz

cikona, ta pa so nato montirane v gorivne elemente, ki lahko vsebujejo tudi do nekaj sto cev. Tipični gorivni element za nuklearno elektrarno Krško ima matriks 17 x 17 cev. Dolg je okoli štiri metre in vsebuje približno 450 kg urana.

Poraba goriva je neposredno proporcionalna izgorelosti goriva. Nesorazmerno veliko goriva zaradi nizke stopnje izgorelosti okoli 7 GW/t goriva kljub majhnemu deležu instalirane moči porabijo reaktorji, ki delujejo na naravni uran in so moderirani ali s težko vodo ali z grafitom. Veliko bolj učinkoviti, kar se porabe goriva tiče so reaktorji, ki delujejo na okoli 4 % obogateni uran in so moderirani z lahk vodo - LWR s podvrstama BWR (vrelno-vodni reaktor) in PWR (tlačno vodni reaktor - NE Krško). V NE Krško znaša letna poraba goriva ob izgorelosti 44 GW/t goriva 28 gorivnih elementov ali okoli 12,5 t U. Svetovne kapacitete so prikazane v tabeli 12.7. Podobno kot pri obogatitvi, tudi pri izdelavi opažamo, da so obstoječe kapacitete za izdelavo jedrskega goriva predimenzionirane za skoraj eno tretjino.

Tabela 12.7 Kapacitete za izdelavo jedrskega goriva v letu 1995 (tU/leto)

Država	LWR	PHWR	RBMK	AGR	GCR	MOX
Argentina		300				
Belgija	400					30
Brazilijska	100					
Kanada		1900				
Kitajska	150					
Francija	1150					150
Nemčija	300					
Indija	25	270				
Italija	200					
Japonska	1714					10
Korea	200	100				
Mexico	5					
Pakistan	20					
Romunija		150				
Rusija	1700		570			
Južna Afrika	100					
Španija	200					
Švedska	400					
Velika Britanija				300	1300	3
ZDA	3650					
Skupaj	10314	2720	570	300	1300	193

* LWR - lahkovodni reaktorji, PHWR - težkovodni reaktorji (CANDU tip), RBMK - kanalni z grafitom moderirani reaktorji (Černobil tip), AGR - nova generacija britanskih zračno hlajenih reaktorjev, GCR - zračno hlajeni z grafitom moderirani reaktorji, MOX - mixed oxide (PuO_2 in UO_2) gorivo za LWR

MOX gorivo

MOX gorivo, je gorivo v katerem je izotop urana ^{235}U delno nadomeščen s plutonijevimi izotopi pridobljenimi pri predelavi izrabljenih gorivnih elementov. V letu 1995 je bilo MOX gorivo v uporabi v devetnajstih lahkovodnih reaktorji v Franciji, Belgiji, Nemčiji, Švici in Indiji. V naslednjih letih bo uporaba tega goriva naraščala.

Ravnanje z izrabljenim jedrskim gorivom

Trenutno znaša količina vsega izrabljenega goriva v svetu okoli 165.000 ton. Letno pa nastane okoli 10.500 ton dodatnega izrabljenega goriva. Del tega goriva, predvsem gorivo za GCR reaktorje je bil pridelan, okoli 110.000 ton goriva pa je začasno shranjenega in čaka na predelavo ali na dokončno odložitve. Pretežna količina je shranjena v bazenih pri reaktorjih, del pa v

začasnih (vmesnih) skladiščih izrabljenega goriva, ki so lahko bazenskega ali suhega tipa. Izrabljeno gorivo bo ali predelano ali direktno odloženo v dokončna odlagališča visokoaktivnih odpadkov. Produkt predelave so uran in plutonij, ki sta lahko znova uporabljena za jedrsko gorivo (MOX) in visokoaktivni odpadki (vitrificirani).

Nikjer na svetu še ni dokončnega odlagališča izrabljenega goriva ali visokoaktivnih odpadkov. Pri njihovi lokaciji in gradnji je prišlo do velikih zamud. Posledica tega je kopičenje izrabljenega goriva pri jedrskih reaktorjih. Ker kapacitete za začasno hranjenje izrabljenega goriva pri reaktorjih ne zadoščajo več, potekajo akcije za povečanje obreaktorskih kapacitet in za zagotavljanje dodatnih kapacitet v centralnih, začasnih (vmesnih) skladiščih izrabljenega goriva. Pri gradnji slednjih je veliko problemov zaradi odpora javnosti. Tabela 12.8 prikazuje obstoječe kapacitete, ki so v gradnji in planirane kapacitete vmesnih skladišč izrabljenega goriva.

Tabela 12.8: Kapaciteta začasnih skladišč izrabljenega goriva (t U)

Država	V obratovanju	V gradnji	Planirano	Zaprto
Argentina	1250		1280	
Belgija		665	1800	
Bolgarija	600			
Kanada	1150	5050	10000	
Kitajska		1000		
Češka	600			
Finska	1270			
Francija	14700			
Nemčija	2150		700	1500
Madžarska			160	
Indija	520			
Japonska	200	3000		
Koreja R.	600		3000	
Litva		350		
Rusija	13800	1900	13000	
Slovaška	600			
Španija			5500	
Švedska	5000		3000	
Ukrajina	1900	150		
Velika Britanija	10350			
ZDA	1500	2000	23000	
Skupaj	56190	14115	61440	1500

Predelava izrabljenega jedrskega goriva

Pri predelavi izrabljenega jedrskega goriva nastajajo nizkoaktivni in visokoaktivni radioaktivni odpadki, ki vsebujejo predvsem fizijske produkte. Visokoaktivni odpadki so po predelavi vitrificirani in jih je potrebno pri odlaganju obravnavati na podoben način kot izrabljeno gorivo. Pri predelavi pridobljeni uran in plutonij pa je mogoče ponovno uporabiti za izdelavo jedrskega goriva. Predelava izrabljenih gorivnih elementov je industrijsko

preizkušena in varna metoda, vendar je draga in ne predstavlja dokončne rešitve problema radioaktivnih odpadkov. Razvita je bila v prvi vrsti zaradi jedrskega oboroževanja in zaradi predelave kemijsko slabo stabilnega goriva za GCR reaktorje. V zadnjih nekaj letih so bile zgrajene precejšnje kapacitete za predelavo goriva iz lahkovodnih reaktorjev, vendar se čedalje več držav odloča za neposredno odlaganje jedrskega goriva. Tabela 12.9 prikazuje kapacitete za predelavo izrabljenega goriva.

Tabela 12.9 Kapacitete za predelavo izrabljenega goriva (t U)

Država	Obrat	GCR	LWR	FBR	
Francija	Marcoule UP1	600			
Francija	La Hague UP2		800		
Francija	La Hague UP3		800		
Francija	Marcoule APM			5	
Indija	Tarapur				100
Indija	Trombay				50
Japonska	Tokai		90		
Rusija	Khystym		400		
Velika Britanija	Sellafield	1500			
Velika Britanija	THORP		1200		
Velika Britanija	Dounreay			10	
Skupaj		2100	3290	15	150

Dolgoročna strategija ravnanja z izrabljenim gorivom

Odlaganje visokoaktivnih radioaktivnih odpadkov predstavlja enega od večjih še nerešenih problemov uporabe jedrske energije. Rešitev tega problema zavisi predvsem od odnosa

dnevne politike in od odnosa javnosti do tega vprašanja. Način varnega odlaganja je tehnološko rešen, vendar je njegova uporaba zaradi navedenih razlogov odmaknjena v naslednje tisočletje. Odnos razvitih držav do odlaganja visokoaktivnih radioaktivnih odpadkov je prikazan v tabeli 12.10

Tabela 12. 10 Izbrani koncept odlagališča in način obdelave odpadkov

Država	Strategija odlaganja	Oblika odpadkov	Material za vsebnik	Odlagalni vsebnik	Tesnilo	Okolna kamnina	Leto	Povdarek
Belgija	predelava	steklo	Fe		glina ali cement	glina	2023	okolna kamnina
Kanada	direkno odl.	izr. gorivo	Ti		bentonit in pesek	granit	2025	
Finska	direkno odl.	izr. gorivo	Fe + Cu		bentonit	granit	2020	bariera
Francija	predelava	steklo	Fe		glina	granit glina	2020	
Nemčija	predelava direkno odl.	izr. gorivo steklo	Fe	Pollux		sol	2008	okolna kamnina
Japonska	predelava	steklo	Fe		glina ali cement	metamorf sedimenti	2030	
Španija	predelava direkno odl.	izr. gorivo steklo			bentonit	granit sol glina	2020	bariera
Švedska	direkno odl.	izr. gorivo	Fe + Cu		bentonit	granit	2008	bariera
Švica	predelava	steklo	Fe	Fe litina	bentonit	granit sediment	2020	bariera
Velika Britanija	predelava	steklo	Fe	Ti ali Fe	bentonit cement	granit	2040	
ZDA	direkno odl.	izr. gorivo	Fe			tuf	2013	okolna kamnina

BELEŽKE