

**POROČILO
O JEDRSKI IN RADIOLOŠKI
VARNOSTI
V LETU 1994**

Republika Slovenija

Ministrstvo za okolje in prostor

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST

Vlada je danes 27. 7. 1995 ob obravnavanju Poročila o jedrski varnosti v letu 1994 sprejela naslednje sklepe:

- Vlada Republike Slovenije sprejme Poročilo o jedrski in radiološki varnosti v letu 1994.

- Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava R Slovenije za jedrsko varnost bo do konca leta 1995 predložila v obravnavo Zakon o jedrski in radiološki varnosti in Zakon o odgovornosti za jedrsko škodo.

- Vlada Republike Slovenije na podlagi poročila ugotavlja, da je bila jedrska varnost v Republiki Sloveniji v letu 1994 zagotovljena ter da ni bila nikjer zabeležena povišana radiološka kontaminacija okolja.

- Vlada Republike Slovenije se je seznanila s problematičnim stanjem uparjalnikov ter nalaga pristojnim ministrom, da v okviru svojih pristojnosti omogočijo Nuklearni elektrarni Krško izvajanje potrebnih ukrepov za zagotavljanje njenega varnega obratovanja.

- Poročilo o jedrski in radiološki varnosti se pošlje Državnemu zboru Republike Slovenije.

POROČILO O JEDRSKI IN RADIOLOŠKI VARNOSTI V LETU 1994

RUJV – RP – 019

Urednik: mag. Davor Lovinčič

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost:

mag. Davor Lovinčič, mag. Miroslav Gregorič, mag. Igor Grlicarev, mag. Aleš Janežič, mag. Marjan F. Levstek, Aleš Škraban, Egon Lukacs, mag. Djordje Vojnovič, Stanko Arh, mag. Darko Pungerčar, Laura Kristančič-Dešman.

in

Zdravstvena inšpekcija Republike Slovenije (poglavje 6.8, 6.9 in celotno 7): mag. Tomaž Šutej, Leonidis Radik dr. med., mag. Jože Šamu dr. med.

mag. Miroslav Gregorič
Direktor URSJV

POVZETEK

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV) je pripravila Poročilo o jedrski in radiološki varnosti v letu 1994 v Republiki Sloveniji, ki sodi med redne oblike poročanja o delu uprave Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije. Poročilo vsebuje poleg uvoda sedem tematskih enot, ki zajemajo: delovanje URSJV, obratovanje jedrskih objektov v Sloveniji, delovanje Agencije RAO, delo mednarodnih misij v Sloveniji, radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije, nadzor nad viri ionizirajočih sevanj in obratovanje 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 opravljanju upravnih nalog je v letu 1994 Republiška uprava za jedrsko varnost izdala skupno 16 upravnih aktov (odločb in sklepov) Nuklearni elektrarni Krško.

Pri URSJV delujeta dve strokovni komisiji in sicer Strokovna komisija za jedrsko varnost, ki se je v letu 1994 sestala trikrat, ter Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško, ki je v letu 1994 organizirala dva izpitna roka.

Na mednarodnem področju se je v letu 1994 močno okrepilo delo URSJV. Tako je URSJV sodelovala pri pogajanjih za sklenitev sporazuma med R Slovenijo in R Avstrijo ter R Slovenijo in Madžarsko o zgodnji izmenjavi informacij v primeru radiološke nevarnosti, z upravnim organom sosednjih držav (Italije in Hrvaške), pristojnim za jedrsko varnost, pa pogajanja še niso stekla, vendar pa tudi tu ni nobenih vsebinskih zadržkov.

Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado Kanade o sodelovanju na področju miroljubne uporabe jedrske energije je bil skoraj v celoti usklajen.

Intenzivno je bilo zlasti sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo (MAAE). Sodelavci URSJV kot tudi drugi strokovnjaki iz R Slovenije so sodelovali pri pripravi dokumentov, ki se oblikujejo v okviru Agencije, kot npr.: Osnovni varnostni standardi za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in za varnost virov sevanja ter Konvencija o jedrski varnosti. Najintenzivnejše je bilo sodelovanje na področju izvajanja programa tehnične pomoči in sodelovanja ter na področju nadzora jedrskega materiala.

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

V letu 1994 je bilo opravljenih v NE Krško triinšestdeset rednih inšpekcijskih pregledov, enajst posebnih inšpekcijskih pregledov »Sistema kvalitete« in štiri izredni inšpekcijski pregledi. Dva inšpekcijska pregleda pa sta bila opravljena s sodelovanjem drugih inšpektorjev. Dva inšpekcijska pregleda sta bila opravljena v raziskovalnem reaktorju TRIGA, opravljen pa je bil tudi redni inšpekcijski pregled Rudnika Žirovski vrh s sodelovanjem Republiškega sanitarnega inšpektorata. Inšpekcijske službe ugotavljajo, da remontna dela, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po »menjavi goriva 93/94« in »pregledu uparjalnikov 94« ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam. Ob ustavitvah so bili pregledani vzroki in predlagani ukrepi ter nadzorovano izpolnjevanje sprejetih ukrepov. Vsi varnostni sistemi za varno ustavitev elektrarne so delovali v skladu s projektno predvidenimi parametri in jedrska varnost ni bila ogrožena.

Za lažje delo, odločanje in povečanje usposobljenosti oz. izurjenosti članov ekspertnih skupin in sodelavcev pri ocenjevanju neugodnih pojavov v primeru ukrepov v sili ter za

dviganje strokovne ravni delavcev URSJV, smo na upravi dogradili oz. vzpostavili naslednje informacijske sisteme in programske aplikacije: ekološko informacijski sistem (EIS), informacijski sistem ERDS (Emergency Response Data System), radiološki alarmni merilni sistem (RAMS), informacijski sistem za monitoring vremena WMS in program za verjetnostno ocenjevanje posledic težkih jedrskih nesreč PC COSYMA.

V NE Krško so v letu 1994 pridobili 4 609 150 MWh (4.6 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 4 403 528 MWh (4.4 TWh) neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 7401.2 ur ali 84.49% celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja je bila za 9.05% večja od načrtovane. Reaktor je bil kritičen 7427.2 ur ali 84.79% celotnega števila ur, proizvodnja toplotne energije pa je znašala 13 422 033 MWh. Načrtovane in nenačrtovane ustavitve NE Krško in zmanjšanja moči reaktorja v letu 1994 za več kot 10% instalirane moči za čas daljši od 4 ur so bile: sedem zmanjšanj moči, dve ročni ustavitvi in ena avtomatska ustavitev reaktorja. Do avtomatske ustavitve je prišlo zaradi aktivacije generatorske zaščite. Ročno je bila elektrarna ustavljena zaradi remonta in vzdrževalnih del. Problematična sta uparjalnika, ki ju bo zaradi velikega števila začepljenih cevi morala elektrarna čimprej zamenjati. V NE Krško so izvedli dvanajst modifikacij, za katere je izdala RUJV odločbo in še drugih 69 modifikacij.

Nadzor vpliva NE Krško na okolje je v letu 1994 potekal po ustaljenem programu. Na osnovi meritev emisij in imisij ter konzervativnih predpostavk je ocenjen prispevek NEK v letu 1994 k efektivni dozi za referenčnega človeka v okolici NEK manjši od 10 μ Sv. Ta doza predstavlja manj kot 0,5% doze, ki jo človek prejme od naravnih in ostalih umetnih virov sevanja.

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

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

Raziskovalni reaktor TRIGA s toplotno močjo 250 kW je v letu 1994 proizvedel 324.1 MWh toplote. Neplaniranih je bilo sedem ustavitve: štiri kot posledica izpada električne energije, ena ustavitev posledica okvare VN napajalnika, ena zaradi okvare alarmne centrale ter ena zaradi okvare klima naprave. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov v reaktorskem centru Podgorica je ostalo nekontaminirano, nekoliko se je povečala samo hitrost doze v zadnjem delu skladišča. Oba objekta ne predstavljata zaznavne, dodatne radiološke obremenitve okolja. Izpusti radioaktivnih snovi iz Reaktorskega centra Podgorica so v letu 1994 bili približno enaki kot leta 1991, 1992 in 1993, ko so bili najnižji v celotnem obdobju obratovanja raziskovalnega reaktorja TRIGA. Imisijske vrednosti so bile pod mejo detekcije. Efektivna doza za referenčnega človeka v okolici Reaktorskega centra je bila ocenjena z modelom preko izmerjenih emisij in je ocenjena v letu 1994 na 1 μ Sv. Vpliv Reaktorskega centra Podgorica na okolje je zanemarljiv.

Aprila 1994 je Vlada RS sprejela »Program izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku »Žirovski vrh« ter je tako zagotovljen osnovni pogoj za izvajanje in financiranje vseh del in aktivnosti trajnega prenehanja izkoriščanja rude. Na osnovi rezultatov meritev imisij v okolju Rudnika Žirovski vrh je bila izračunana dodatna obremenitev posameznika iz kritične skupine zaradi posledic rudarjenja. Prispevek k efektivni dozi je v letu 1994 ocenjen na 350 μ Sv. Glavni delež k dodatni obremenitvi prispeva radon s svojimi potomci (80%).

V stari italijanski vojašnici v bližini vasi Zavratec so shranjeni radioaktivni odpadki, ki so nastali kot posledica kontaminacije delovnih prostorov na Onkološkem inštitutu z Ra-226, ko se je raztresla vsebina radijeve igle leta 1961.

Leta 1994 je Ad-hoc strokovna skupina, ki jo je imenovala Strokovna komisija za jedrsko varnost pregledala vse razpoložljive materiale ter ugotovila, da je izgubljena Ra igla nekje neprodušno zaprta ali pa da je v skladišču samo različen kontaminiran material, samega izvora pa da v skladišču sploh ni. Zato skupina predlaga nove meritve, na osnovi katerih bo smotrno načrtovati dejanski postopek sanacije. Samo skladišče, gledano kratkoročno, nekaj desetletij, ni problematično.

Agencija RAO je ustanovljena z namenom, da poskrbi za trajno in varno končno odložitev radioaktivnih odpadkov v Sloveniji. Po zavrnitvi morebitnih lokacij površinskega odlagališča so v letu 1994 izdelani osnovni kriteriji za izbor podzemne lokacije. Istočasno agencija zbira podatke o opuščeni rudnikih in drugih podzemnih objektih. Novost je tudi drugačen pristop k iskanju lokacije, kjer se z razpisom ali povabilom lokalnim skupnostim najprej preveri družbena sprejemljivost. Šele po pozitivnem odzivu lokalne skupnosti se prične ugotavljati primernost lokacije. Na ta način bo lokalna skupnost aktivno vključena v vse faze izbora lokacije.

V letu 1993 so v Sloveniji delale tri mednarodne misije strokovnjakov s področja jedrske varnosti. Skupaj so opozorile na 252 priporočil, vendar je ocena enotna, da jedrska varnost v Sloveniji ni ogrožena. V letu 1994 je opravljeno cca. 40% zahtev, naslednjih 40% pa kaže zadovoljiv napredek. Ostali ukrepi naj bi bili opravljeni do konca 1997 oziroma nekaj jih je odvisno od zamerjave uparjalnikov. Po-OSART misija Mednarodne agencije za atomsko energijo je v letu 1994 obiskala Slovenijo ter pregledala dejavnosti, ki jih elektrarna izvaja kot odgovor na priporočila misije OSART iz leta 1993. Ugotovila je dober napredek pri uveljavljanju priporočil OSART misije in s tem usmeritev primernih sredstev in strokovnjakov v izvajanje tega programa.

V okviru PHARE programa za področje jedrske varnosti je bila leta 1994 podpisana pogodba med Evropsko komisijo kot finansierjem in italijanskim upravnim organom za jedrsko varnost (ANPA) kot nosilcem za izvedbo strokovne pomoči URSJV na sedmih področjih dejavnosti uprave.

Rezultati meritev koncentracij aktivnosti v osnovnih elementih biosfere: zemlja, zrak in padavine v letu 1994 ne kažejo bistvenega zmanjšanja v primerjavi z letoma 1992 in 1993. V letu 1994 niso bile prekoračene meje letnega vnosa umetnih radionukleidov. Letne ekvivalentne doze zaradi ingestije naravnih radionukleidov in letne doze zaradi izpostavljenosti zunanjemu sevanju gama so v okviru povprečnih svetovnih vrednosti, navedenih v poročilu UNSCEAR 1988.

V letih med 1975 in 1985 so na Institutu Jožef Stefan izvajali meritve radona v kraških jamah, zdraviliščih in premogovnikih ter meritve radona in radija v vodah. Izmerjeni radon v kraških jamah (12 turističnih in 26 ostalih kraških jam) je bil v območju koncentracij med 20 in 7000 Bq/m³. Koncentracije radona in radija v mineralnih in termalnih vodah slovenskih zdravilišč v splošnem niso bile visoke, z izjemo nekaj primerov (radon: Tuhinjska Dolina, Dolenjske Toplice in radij: Moravci). Med rudniki Mežica, Idrija, Velenje-Preloge, Trbovlje, Zagorje, Hrastnik, Laško in Senovo, kjer so prav tako opravljene meritve, so dobili visoke koncentracije radona v rudnikih Idrija in Mežica. V istem obdobju so izmerili tudi koncentracije radona, radija, naravnega urana in beta aktivnosti v približno 700 vzorcih površinskih vod in 500 vzorcih podtalnic. Koncentracije radona v površinskih vodah so bile v območju 95 do 5370 Bq/m³, v podtalnicah od 50 do 75000 Bq/m³, medtem ko so bile koncentracije radija med 0,5 in 7,1 Bq/m³ v površinskih vodah in med 0,5 in 510 Bq/m³ v podtalnicah. Radioaktivnost površinskih voda je višja v predelih nahajališč uranove rude, fosfatne industrije in predelov, bogatih s termalno in mineralno vodo.

Koncentracija radona v zaprtih prostorih v Sloveniji se uvršča v značilni srednjeevropski razred, kjer so izmerili 40–60 Bq/m³, ter so ustrezne za slovenski klimatski prostor. Rezultati meritev radona in stanovanjih v sosedni Avstriji in Italiji kažejo podobne vrednosti. Koncentracije radona v vseh 730 otroških

vrta in 888 osnovnih in srednjih šol so večinoma nizke; v 69% zgradb so bile koncentracije radona pod 100 Bq/m³ in v približno 2% zgradb nad 1000 Bq/m³. Ocenjene so ekvivalentne doze in ugotovljeno je, da so nizke in da prejemajo otroci v vrta ali šoli ponavadi le 5% do 10% celotne doze. Dva vrta z najvišjimi trenutnimi koncentracijami radona sta sanirana.

Potencialni vplivi deponij elektrofiltrskega pepela na okolje so relativno majhni in obvladljivi. Isto velja za zasipanje v gradbeništvu, medtem ko je zasipanje gramoznic z vidika vplivov na podtalnico problematično.

Za nadzor nad viri ionizirajočega sevanja in za varstvo pri delu z njimi je pristojna Zdravstvena inšpekcija Republike Slovenije (ZIRS). Nadzor obsega okrog 100 delovnih organizacij v gospodarstvu, raziskovalnih in izobraževalnih ustanovah ter zdravstvu: v klinikah, bolnišnicah ali inštitutih ter ambulantah in laboratorijih, kjer uporabljajo RTG naprave, pospeševalnike in radioizotope za diagnostiko in terapijo. Zdravstveni inšpektorat (ZIRS) nadzoruje še prevoze radioaktivnih snovi v Sloveniji in skozi državne mejne prehode.

V letu 1994 ni bilo od evidentiranih 2600 delavcev, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj, nobene prekoračitve mejne vrednosti 50 µSv. Poseben problem predstavlja dozimetrija v Rudniku svinca in cinka Mežica zaradi visokih koncentracij radonovih potomcev, kjer se od sredine leta 1993 redno izvajajo merjenja, usmerjeni zdravniški pregledi in rotacije delavcev na najbolj izpostavljenih delovnih mestih, kjer je letno možno prejeti več kot 15 µSv.

V letu 1994 je Zdravstveni inšpektorat opravil 22 inšpekcijskih ogledov 240 RTG aparatov v zdravstvenih organizacijah zaradi ugotavljanja stanja v RTG oddelkih z vidika dela in varstva pred sevanji RTG aparatov. V devetih primerih je bila izdana ustrežna odločba – prepovedi dela za 14 aparatov, odprava pomanjkljivosti za 23 aparatov. V letu 1994 je bilo izdanih 61 uporabnih dovoljenj.

Z zaprtimi viri sevanja dela samo Onkološki inštitut, z odprtimi viri sevanja (in vivo) delajo posebni oddelki za nuklearno medicino v sedmih organizacijah (Klinika za nuklearno medicino, Onkološki inštitut, Splošne bolnišnice Maribor, Celje, Slovenj Gradec, Šempeter pri Novi Gorici in Izola). Zdravstvena inšpekcija je opravila 11 inšpekcijskih ogledov, pooblaščenim organizacijam pa opravljata pregleda polletno. Pri vseh pregledih so ugotovili nepravilnosti. Zato so bila izdana začasna uporabna dovoljenja z omejenim rokom veljavnosti ali ustrezne odločbe o odpravi nepravilnosti. Ena bolnišnica je prejela tudi odločbo za začasno prepoved dela.

V letu 1994 je ZIRS izdala 33 dovoljenj za prevoze radioaktivnih snovi v Sloveniji in 274 dovoljenj za prevoze radioaktivnih snovi preko državne meje (od tega 220 uvoznih, 3 izvozna in 51 tranzitnih).

V jedrskih elektrarnah je proizvedeno več kot 2130.13 TWh električne energije oz. 17% svetovne proizvodnje. Ob koncu leta 1994 je v 29 državah obratovalo 432 reaktorjev. Število obratujočih reaktorjev pa se je povečalo za štiri. V izgradnji jih je še 48 v 15 državah.

V letu 1994 je bilo posredovanih v INES 56 poročil o jedrskih dogodkih. Deset jih je bilo razvrščenih kot dogodki druge stopnje, 22 jih je bilo ocenjenih na stopnjo ena, ostali pa pod lestvico ali izven nje. Razvite zahodne države posvečajo posebno pozornost izboljšanju jedrske varnosti v državah srednje in vzhodne Evrope s programi za izboljšanje varnostnih mehanizmov jedrskih elektrarn in sanacijo obstoječih objektov. V svetu se poleg nasprotovanja zelenih do jedrskih objektov vse bolj uveljavlja prijazna plat energije pridobljene iz jedrskih elektrarn, ki je v primerjavi s termo viri energije praktično čista energija.

Jedrska varnost v republiki Sloveniji v letu 1994 je bila zagotovljena ter ni bila nikjer zabeležena povišana radiološka kontaminacija okolja.

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 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.

Med redne oblike poročanja Vladi in Državnemu zboru Republike Slovenije sodi tudi poročilo o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1994.

Uvodno poglavje poročila o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1994 podaja kratek pregled vsebine poročila po poglavjih.

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

Tretje poglavje o »Obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji«
podrobno obravnava obratovanje jedrske elektrarne v Krškem v letu 1994, in sicer glavne obratovalne podatke, ustavitve in razloge, zakaj je prišlo do njih, podatke o gorivu, stanje izrabljenega goriva, radioaktivne odpadke, ki so shranjeni v elektrarni in obsevalne doze osebja. Tu je opisano tudi izobraževanje osebja, modifikacije v NE Krško in izpuščanje ter vpliv radioaktivnosti zaradi delovanja NE Krško na okolje. Obravnavan je tudi raziskovalni jedrski reaktor TRIGA na Institutu Jožef Stefan v Podgorici, ki se uporablja za izobraževanje, raziskave in proizvodnjo izotopov za industrijo in medicino. Opisano je tudi prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov za majhne uporabnike in nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra, nadzor Rudnika Žirovski vrh ter stanje v začasnem skladišču radioaktivnih odpadkov Zavratac.

Četrto poglavje obravnava delo Agencije RAO oz. potek izbire lokacije za trajno odlagališče nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov.

Peto poglavje obravnava obisk po OSART misije v NE Krško, PHARE program za področje jedrske varnosti in stanje izvajanja priporočil treh mednarodnih misij s področja jedrske varnosti, ki so bile v letu 1993 v Sloveniji. To so: OSART (Skupina za oceno obratovalne varnosti Mednarodne agencije za atomsko energijo), ICISA (Mednarodna komisija za neodvisno analizo varnosti Jedrske elektrarne Krško) in Preiskovalna misija Komisije Evropske Skupnosti, ki ocenjuje usposobljenost upravnih organov, ki nadzorujejo NE Krško in zakonodajo iz tega področja.

Šesto poglavje obravnava radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije, koncentracije radona v bivalnih prostorih, šolah in vrtcih.

Sedmo poglavje obravnava nadzor, ki ga opravlja Zdravstvena inšpekcija Republike Slovenije nad viri ionizirnih sevanj in nad delom z njimi. Zajet je nadzor nad RTG napravami v zdravstvu in industriji, nad zaprtimi in odprtimi viri sevanja v zdravstvu, zaprtimi viri sevanj v gospodarstvu, inonizacijski javljalniki požara, prevoz radioaktivnih snovi in usmerjeni zdravstveni pregledi.

Osmo 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 1994. Omenjeno je še udeleževanje OSART misij kakor tudi mednarodno delovanje v smislu izboljšanja jedrske varnosti.

2. PREGLED DELA UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST

2.1 UVOD

V novembru 1994 je bil sprejet zakon o organizaciji in delovnem področju ministrstev. Poleg formalne spremembe imena naše uprave (v nadaljevanju poročila: URSJV) je pomemben tudi zato, ker delno razširja pristojnost na področje radiološke varnosti jedrskih objektov ter na fizično zaščito jedrskih materialov in jedrskih objektov.

6. odstavek 11. člena navedenega zakona definira pristojnost naše uprave:

»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 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.«

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, zakon o upravi, Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, 4. člen ustavnega zakona za izvedbo temeljne ustavne listine o samostojnosti in neodvisnosti Republike Slovenije, zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav ter podzakonski akti in pravilniki na osnovi zgoraj navedenih zakonov in ratificirane mednarodne konvencije s področja jedrske energije in jedrske varnosti.

2.2 DELOVANJE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST

2.2.1. Zakonodaja

Na zakonodajnem področju URSJV v letu 1994 ni bistveno napredovala pri pripravi besedila obeh zakonov, ki naj nadomestita veljavno zakonodajo. Tako teze za zakon o jedrski in radiološki varnosti, kot tudi teze za zakon o odgovornosti za jedrsko škodo, niso doživele večjih sprememb, res pa je bilo na mednarodni ravni na področju predpisov veliko aktivnosti, ki bodo nedvomno vplivale na pripravo domače zakonodaje:

– nadaljevalo se je delo stalnega komiteja, ki v okviru Mednarodne agencije za atomsko energijo (v nadaljevanju poročila MAAE) pripravlja revizijo Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo; čeprav je bil sklic diplomatske konference že večkrat predviden (pa nato nerealiziran) je možno, da bo diplomatska konferenca sklicana v letu 1995.

– v okviru MAAE (in ob sodelovanju FAO, ILO, OECD / NEA, PAHO in WHO) so bili v septembru 1994 s strani Sveta Guvernerjev MAAE potrjeni Osnovni varnostni standardi za varstvo pred ionizirajočim sevanjem in viri sevanja.

– med zasedanjem Generalne konference MAAE v septembru 1994 je preko 50 držav članic MAAE podpisalo Konvencijo o jedrski varnosti (med njimi tudi Slovenija)

Tudi na osnovi PHARE programa leta 1993 začete aktivnosti v okviru RAMG misije Komisije Evropske unije (skupina za urejanje pomoči upravnim organom na področju jedrske in radiološke varnosti), so se v letu 1994 nadaljevale.

2.2.2. Inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti

2.2.2.1. Splošno

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

Skladno z določili Zakona o organizaciji in delovnem področju ministrstev (Ur. list RS, št. 71/94) je sektor za inšpekcijski nadzor jedrskih objektov dobil tudi nove naloge, in sicer nadzor radiološke varnosti jedrskih objektov, prometa in ravnanja z jedrskimi in radioaktivnimi materiali, fizične zaščite jedrskih objektov in radiološkega monitoringa.

Za dejavnost inšpekcijskega nadzora nad jedrskimi objekti so bila v URSJV sistematizirana štiri delovna mesta (eno mesto pomočnika direktorja in tri delovna mesta inšpektorjev). Ob koncu 1994 so bila zasedena vsa tri delovna mesta republiških inšpektorjev, mesto pomočnika direktorja pa je bilo nezasedeno.

2.2.2.2. Inšpekcijski pregledi v NE Krško

V letu 1994 je bilo opravljenih v NE Krško trideset rednih inšpekcijskih pregledov, enajst posebnih inšpekcijskih pregledov »Sistema kvalitete« in štiri izredni inšpekcijski pregledi. Opravljena sta bila tudi dva inšpekcijska pregleda s sodelovanjem drugih inšpektorjev (en inšpekcijski pregled fizičnega varovanja z inšpektorji MNZ ter en inšpekcijski pregled električnih postrojev in naprav z republiškim elektroenergetskim inšpektorjem).

V januarju 1994 se je nadaljevala menjava goriva, ki se je začela v decembru 1993, reaktor NE Krško pa je dosegel ponovno kritičnost 12.1.1994.

Redni inšpekcijski pregledi NE Krško v letu 1994, ki jih je bilo v povprečju nekaj več kot eden tedensko, so obsegali:

- potek internih preverjanj v NE Krško,
- načrt, postopke in ukrepe za primer izrednega dogodka,
- status in potek revizij vseh obratovalnih postopkov,
- modifikacijo sistema bistvene oskrbne vode,
- vgradnjo in preizkušanje sistema za prikaz varnostnih parametrov,
- delovanje sistema za merjenje radioaktivnosti po nezgodi (PARMS),
- načrtovanje modifikacij v letu 1994,
- postopke za opravljanje vzdrževalnih del,
- izdelavo verjetnostne varnostne analize,
- način vzorčenja atmosfere zadrževalnega hrama in potek kaluženja uparjalnikov,
- skladiščenje in dokumentacijo nizko- in srednje- radioaktivnih odpadkov,
- priprave na superkompaktiranje NSRAO,
- potek programa uporabe ugotovitev, ki izhajajo iz obratovanja v domači in tujih jedrskih elektrarnah,
- pregled programa meteoroloških meritev v NE Krško,
- nadzorna testiranja varnostnih sistemov in komponent,
- potek kemijskih nadzornih testiranj,
- postopek testiranja zvez za primer izrednega dogodka,
- evaluacijo sistema pomožne napajalne vode (zahteva TMI),

- pregled protipožarne zaščite,
- pregled panelov za ustavitve reaktorja v primeru evakuacije komandne sobe in ustreznih postopkov,
- nadzor kemijskih parametrov sekundarne strani,
- stanje goriva,
- fizično in tehnično varovanje,
- nadzor radioaktivnih izpustov ter izvajanje programa radiološkega nadzora v okolici NE Krško,
- program izobraževanja in vaj za osebje NE Krško, ki je predpisano z »Načrtom ukrepov za primer izrednega dogodka«,
- načrtovanje modifikacij za prihodnje leto,
- opravljanje izpitov in šolanje osebja, ki opravlja dela in naloge krmiljenja proizvodnega procesa oziroma nadzira ta proces,
- potek elektrarniške vaje v okviru »Načrta ukrepov za primer izrednega dogodka«.

Posebni inšpekcijski pregledi »Sistema kakovosti« v NE Krško v letu 1994 zajemajo cikel inšpekcijskih pregledov od 15. 2. do 8. 12. 1994, ki so obsegali vnaprej pripravljene teme in so tudi spremljali izvajanje naloženih obveznosti. Teme so obse- gale:

- status načrta »Zagotovitve kakovosti« (QA)
- notranja in zunanja preverjanja
- evidenco poročil o neskladnostih
- organizacijo in izvajanje kontrole kakovosti (QC)
- izobraževanje osebja zagotovitve in kontrole kakovosti
- posebna poglavja (nadzorna testiranja, protipožarna zaščita, medobratovalno preizkušanje /SI/, jedrsko gorivo)

Pri teh pregledih je bilo ugotovljeno, da mora »Sistem kakovosti« izdelati načrt izdelave manjkajočih postopkov, ki jih predvideva načrt »Zagotovitve kakovosti«, začeti se mora z izvajanjem notranjih preverjanj, nadaljevati se mora zapirane poročil o neskladnostih, in da je potrebno spremljati program šolanja osebja zagotovitve in kontrole kakovosti.

Dva izredna inšpekcijska pregleda sta bila v zvezi z ustavitvijo reaktorja NE Krško dne 10. 3. 1994 zaradi puščanja na odzračevalni liniji instrumentacije tlačnika. Eden od teh dveh pregledov je obravnaval tudi še težave čiščenju savske vode za kondenzator NE Krško zaradi vlaknastega in sluzastega materiala iz izpusta papirnice v Krškem.

Izredni inšpekcijski pregled 14. 7. 1994 je obravnaval avtomatsko ustavitve reaktorja, ki jo je sprožila ustavitve turbine. V NE Krško je bil izdan delovni nalog, da se ugotovi, zakaj prihaja do motenj v posamezni fazi pri delovanju trifaznih motorjev. Pri iskanju vzroka za te motnje je bil, pri meritvah zaščite bloka turbina-generator, prekinjen tokokrog te zaščite, ki je sprožila ustavitve turbine in reaktorja. Po avtomatskem preklopu na 110 kV omrežje, ki se je izvršil po odklopu generatorja, so motorji delovali normalno, zato so pričeli iskati napako na 400 kV omrežju. Ugotovljeno je bilo, da je bila v razdelilni transformatorski postaji Maribor odklopljena ločilka ene faze daljnovoda proti Krškem. Po vklopitvi te faze so bile vse motnje odpravljene in NE Krško je pričela s pripravami na zagon.

Izredni inšpekcijski pregled 28.10.1994 je bil namenjen ugotavljanju stanja pred začetkom superkompaktiranja NSRAO, in sicer delovnim postopkom, kontaminiranosti vozila in stikalnice, seznamu obstoječih sodov NSRAO, in organiziranosti dela (kvalifikacijah delavcev, zasedenosti izmen, delo v dnevni in nočni izmenah).

Menjava goriva 93/94 v NE Krško

Menjava goriva 93/94 je potekala od 18.12.1993 do 12.1.1994. Reaktorska posoda je bila zaprta 31.12.1993. »Menjava goriva 93/94« in »Izredni remont 93« skupaj predstavljata celoto, tako da je primerjava del, ki so bila opravljena v obeh remontih skupaj ekvivalentna obsegu del v enem običajnem remontu, kar je še posebej pomembno za nadzorna testiranja. Pomembnejše dejavnosti med menjavo goriva 93/94 so obse- gale: preizkuse varnostnih ventilov, meritve odzivnih časov

reaktorskega zaščitnega sistema, preglede obešal in blažilnikov, vzdrževalna dela na reaktorskih črpalkah, vzdrževanje ventilacije zadrževalnega hrana in pomožne reaktorske zgradbe, preizkuse električne zaščite na motorno upravljanjih ventilih in modifikacije na primarnem sistemu (široko področje nivoja akumulatorja, ultrazvočna meritev nivoja pri odzračnem primarnem sistemu).

Menjava goriva in del remontnih dejavnosti sta potekala po načrtu, razen štirih modifikacij, za katere je bilo s sklepi URSJV dovoljeno, da se prestavijo na »remont zaradi pregleda uparjalnikov«. Te modifikacije so bile: vgradnja monitorjev klora (zaščita operaterjev pred nezgodnim sproščanjem kemikalij), vgradnja sistema ponezgodnega vzorčevanja (PASS), modifikacija sistema bistvene oskrbne vode in posodobitev seizmološkega sistema.

Remont 94 zaradi pregleda uparjalnikov v NE Krško

Od 20. 8. 1994 do 30. 9. 1994, ko je reaktor NE Krško spet dosegel kritičnost, je potekal »pregled uparjalnikov 94«. Inšpektorji za jedrsko varnost so v glavnem nadzirali potek dejavnosti na uparjalnikih (glej poglavje 3.1.7. Uparjalnika), dokončanje modifikacij, ki so bile predpisane z odločbami (sistem bistvene oskrbne vode, posodobitev seizmične instrumentacije, vgradnja detektorja klora in dokončanje sistema za ponezgodno vzorčevanje – PASS) in koordinirali delo s pooblaščenimi organizacijami. V »pregledu uparjalnikov 94« sta bili glede na prejšnja leta na novo vključeni pooblaščenici organizaciji Inštitut za varilstvo in Inštitut za kovinske materiale in tehnologije iz Ljubljane.

2.2.2.3. Inšpekcijski pregledi raziskovalnega reaktorja TRIGA

V letu 1994 sta bila opravljena dva inšpekcijska pregleda raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II.

Pri prvem inšpekcijskem pregledu 14.10.1994 je bilo pregledano fizično in tehnično varovanje, način merjenja doze med pulziranjem reaktorja, opravljen je bil ogled prostorov ter novega skladišča (bazena) za izrabljeno gorivo.

Drugi inšpekcijski pregled dne 16.12.1994 s sodelovanjem republiškega sanitarnega inšpektorja je obsegal:

- opravljanje eksperimentov na reaktorju,
- priprave na posodobitev žerjava,
- merjenje radioaktivnosti v okolju in meteoroloških parametrov,
- osebno dozimetrijo,
- poleg reaktorske hale sta bila pregledana tudi prehodno skladišče NSRAO za majhne uporabnike in prostori vroče celice.

2.2.2.4. Inšpekcijski pregledi Rudnika Žirovski vrh

Dne 29. 3. 1994 je v prostorih Rudnika Žirovski vrh potekala lokacijska obravnava za sanacijo plazu pod jaloviščem Boršt, ki se ga je udeležil republiški inšpektor za jedrsko varnost. Investitor RŽV je namreč vložil zahtevek za izdajo lokacijskega dovoljenja za gradnjo drenažnega sistema. Kasneje je RŽV dobil lokacijsko dovoljenje za gradnjo tega sistema.

Dne 6. 7. 1994 je bil opravljen redni inšpekcijski pregled Rudnika Žirovski vrh s sodelovanjem republiškega sanitarnega inšpektorja, na katerem je bilo obravnavano:

- sanacija odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt,
- ureditev odlagališča jamske jalovine in Jazbec,
- instrumentacija in meritve radioaktivnosti in kontaminacije,
- meritve drsenja odlagališča HMJ Boršt.

2.2.2.5. Sodelovanje z drugimi inšpekcijami

Inšpektorji za jedrsko varnost so v letu 1994 sodelovali na skupnih inšpekcijskih pregledih:

- z republiškim elektroenergetskim inšpektorjem pri pre-

gledu električnih postrojev, naprav in napeljav v NE Krško,
– z inšpektorji MNZ pri ugotavljanju stanja tehničnega in fizičnega varovanja v NE Krško ter pri preverjanju rokov in uresničevanju zahtev inšpekcijske odločbe z dne 28. 2. 1994, ki jo je izdalo MNZ,
– z republiškim sanitarnim inšpektorjem pri inšpekcijskem pregledu reaktorja TRIGA in prehodnega skladišča NSRAO v Podgorici ter pri inšpekcijskem pregledu Rudnika Žirovski vrh.

Po pooblastilu glavnega republiškega vodnogospodarskega inšpektorja pa so inšpektorji za jedrsko varnost opravili en izredni inšpekcijski pregled vtočnega objekta na Savi, vzeli yzorke savske vode ter fotografirali stanje po večjem izpustu vlaknastega materiala iz papirnice v Krškem.

Iz dosedanjih izkušenj in dejstev lahko ugotovimo:

● Sektor inšpekcijskega nadzora objektov uspešno sodeluje z drugimi upravnimi in inšpekcijskimi organi.

● Remontna dela, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po »menjavi goriva 93/94«, ki se je končala 12.1.1994, in »pregledu uparjalnikov 94«, ki se je končal konec septembra 1994, ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam, oziroma so v skladu z merili sprejemljivosti v odobrenih postopkih.

Po vsaki nenačrtovani ustavitvi NE Krško so bili izvedeni izredni inšpekcijski pregledi. NE Krško je po vsaki nenačrtovani ustavitvi predlagala kratkoročne in dolgoročne ukrepe za trajno odpravo vzrokov. Pregledani so bili vzroki in predlagani ukrepi, ter nadzorovano izpolnjevanje sprejetih ukrepov.

● Pri izpadih in ustavitvah elektrarne v letu 1994 je bilo ugotovljeno, da so bili vzroki:

* puščanje na odzračevalni liniji instrumentacije tlačnika

* človeška napaka: napaka pri testiranju zaščite bloka turbine-generator kot neposredni vzrok, (osnovni vzrok je bila odklopljena ločilka v transformatorski postaji Maribor)

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

Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA Mark II Reaktorskega centra Podgorica Instituta Jožef Stefan je v letu 1994 ustrezalo obratovalnim pogojem in omejitvam.

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

V Rudniku Žirovski vrh nadzor radioaktivnosti v okolju poteka po programu. Program za dokončno zapiranje rudnika je bil sprejet, vendar pa ne obstaja dokončen program sanacije odlagališč jalovine, niti jamskega in predelovalnega obrata.

2.2.3. Izdani upravni akti

Pri izvajanju upravnih nalog je v letu 1994 URSJV izdala Nuklearni elektrarni Krško šestnajst upravnih aktov, ki se nanašajo na:

– spremljanje in nadzor meritev moderatorskega temperaturnega koeficienta (sklep o ustavitvi postopka);

– zaščito operaterjev v kontrolni sobi jedrske elektrarne pred nezgodnim sproščanjem nevarnih kemikalij (sklep, s katerim se predlog spremembe odločbe zavrne ter naknadni sklep, s katerim se na ponovno vlogo stranke rok za izvedbo podaljša);

– ukrepe po nezgodi v JE Otok treh milj (sklep o spremembi

odločbe oz. podaljšanju roka za izvedbo ukrepa iz točke II. 3.3. izreka odločbe);

– modifikacijo sistema bistvene oskrbne vode (sklep o podaljšanju roka za izvedbo ukrepa pod tč. 4 izreka odločbe);

– posodobitev seizmičnega monitoringa (sklep o podaljšanju roka za izvedbo 2. točke izreka odločbe);

– letni plan strokovnega usposabljanja delavcev NE Krško za leto 1994 (soglasje);

– meteorološke meritve v okolici NE Krško za leto 1993 (odločanje v pritožbenem postopku);

– meteorološke meritve v okolici NE Krško za leto 1994;

– radiološki nadzor NE Krško za leto 1994;

– spremembo tehničnih specifikacij NE Krško.

Pooblastilo za izvajanje nalog s področja jedrske varnosti je bilo v letu 1994 izdano Institutu za kovinske materiale in tehnologije.

2.2.4. Delo strokovnih komisij

Strokovna komisija za jedrsko varnost (SKJV)

Pri URSJV deluje Strokovna komisija za jedrsko varnost, ki se je v letu 1994 sestala trikrat. Sestavlja jo 22 članov, 10 članov so delegirala ministrstva, 12 strokovnjakov pa je izvedencev za posamezna področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji. Delo SKJV definira veljavni republiški zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav ter njen Poslovnik.

Poleg standardne točke, t. j. »varnost delovanja jedrskih objektov v obdobju po zadnji seji«, je SKJV v letu 1994 obravnavala (primeroma):

– poročilo o remontu in menjavi goriva NE Krško – december 93 / januar 94;

– celovito poročilo o rezultatih dela OSART misije MAAE, Evropske unije in ICISA;

– celovito informacijo o realizaciji programa ukrepov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost za l. 1993;

– analizo vaje POSAVJE '93;

– statusno – lastninsko preoblikovanje NE Krško (ustna informacija);

– poročilo o remontu '94 NE Krško;

– poročilo o preventivi usposobljenosti za pooblaščen organizacijo;

– poročilo Ad – hoc delovne skupine SKJV o pregledu študije »Sanacija začasnega skladišča v Zavrvcu – 1. faza«;

– poročilo delegacije RS o delu 38. zasedanja Generalne konference MAAE;

– poročilo o statusu intervencijskih nivojev in zdravstvenega varstva;

– poročilo o projektih MAAE in PHARE;

– informacijo o kontrolni misiji OSART.

Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško

Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško je v letu 1994 organizirala dva izpitna roka za 19

kandidatov. Preizkus usposobljenosti je opravljalo 12 kandidatov za glavnega operaterja, od katerih jih je 8 obnavljalo obratovalno dovoljenje, 4 pa so preizkus opravljali prvič ter 7 kandidatov za operaterja reaktorja, ki so obnavljali dovoljenje.

Vsi prijavljeni kandidati so preizkus uspešno opravili, zato jim je na predlog komisije RUSJV dovoljenja izdala oz. podaljšala.

2.2.5. Raziskave in študije

S področja naravnih danosti lokacije NE Krško je URSJV naročila in financirala naslednje študije:

● Neotektonske raziskave na območju JE Krško, Geološki zavod Ljubljana, R2-6413-215/94. Poročilo predstavlja rezultate prve faze raziskav v okviru projekta Neotektonske raziskave na območju JE Krško. Cilj projekta je ugotoviti obstoj možnih aktivnih prelomov v bližini elektrarne. Za ta namen so v letu 1994 izvedli geofizikalne in geološke raziskave. Geofizikalne raziskave so obsegale seizmično in geoelektrično profiliranje. Skupna dolžina seizmičnih profilov je okoli 5 km, geoelektričnih pa približno 3 km. Na seizmičnih profilih so ugotovili dobre kontraste v neogenskih sedimentnih skladovnicah. Ti kažejo na morebitno prelamljanje do kvartarnih plasti. Kvartarne plasti mlajšega pleistocena in holocena v bližini JE Krško (1–2 km) ne kažejo znakov tektonske porušnosti. Dobri kontrasti z istimi tektonskimi značilnostmi v neogensko–kvartarni skladovnici so ugotovljeni tudi s pomočjo geoelektričnega sondiranja. Geološke raziskave so zajele okoli 400 km² terena v Krški kotlini in njeni okolici. Geološki podatki različnih virov so ponovno ovrednoteni. Izvedena so terenska dela, reambulacija in kartiranje posvečeno predvsem kvartarnim sedimentom Krške kotline. Laboratorijsko so obdelani tudi vzorci pobrani na terenu. Rezultati navedenih raziskav kažejo rahlo tektonsko ali ne–tektonsko upogibanje starejših pleistocenskih skladov. V mlajših pleistocenskih in holocenskih skladih niso opaženi znaki tektonske porušnosti. Študija se bo nadaljevala v 1995.

● Opazovanje tektonskih premikov v okolici NE Krško z geodetskimi meritvami, FAGG, Katedra za geodezijo, Ljubljana, avgust 1994. V poročilu podaja rezultate izmere nivelmanskega veka ob železniški progi in ponovno izravnavno trigonometrične mreže v okolici NE Krško ter na podlagi tega ugotavlja, kakšni so bili tektonski premiki na tem območju v najnovšem času. Rezultati kažejo, da manjši premiki v Krški kotlini so in se bodo verjetno še nadaljevali. Zato bi bilo nujno nadaljevati z občasnimi merjenji ter s posebnimi meritvami po vsakem močnejšem potresu. Tako bi zagotovili spremljanje in s tem tudi možno ukrepanje za varno obratovanje NE Krško. Poleg tega osnovnega namena pa bodo rezultati služili geologom za boljšo opredelitev neotektonike, za sporočilo javnosti in za pogovore s sosednjimi državami.

● Priprava postopka za analizo odziva gradbenih konstrukcij NEK pri registriranih potresih, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo, FAGG, Ljubljana, maj 1994. Delo predstavlja prvo fazo projekta, katerega cilj je izdelava računalniškega programa, ki bo na podlagi realnih seizmičnih signalov, ki jih bodo registrirale merilne postaje NEK, lahko takoj izračunal dinamični odziv objektov in opreme v elektrarni ter določil kritično mesto, kjer bi lahko prišlo do poškodb. Sam program bo omogočal direktni izračun etažnih odzivnih spektrov zgradbe in opreme. V prvi fazi je izvajalec usposobil računalniški program za posamezne faze analize in se pri tem omejil le na reaktorsko zgradbo. Kot vhodni podatki so služili delno dopolnjeni podatki iz gradbenega projekta.

● Določitev etažnih spektrov za NE Krško, Univerza v Mariboru, Tehniška fakulteta, OE gradbeništvo – Laboratorij za teoretično in eksperimentalno analizo konstrukcij in optimizacijo. V poročilu so avtorji izvedli izračun lastnih frekvenc in lastnih nihajnih oblik ter račun časovnega poteka pomika, hitrosti in pospeškov ter spektrov pospeškov na posameznih etažah NEK. Iz poročila lahko ugotovimo, da je opremi, ki je vgrajena v jedrskem otoku in je bila dimenzionirana na osnovi

etažnih spektrov iz končnega varnostnega poročila, zagotovljena primerna seizmična varnost.

V skladu z letnim programom za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost je URSJV naročila, financirala in prevela naslednje študije Instituta »Jožef Stefan«:

● Vzdrževanje in preverjanje računalniških programov za varnostne analize, IJS-DP-7101. Vzdrževali so programe za verjetnostne varnostne analize, za trdnostne preračune ter za analize vpliva na okolje v primeru jedrske nesreče. Za program MELCOR so dopolnili vhodni model in preračunali nekaj prehodnih pojavov. Nekatere programe so priradili za vgraditev na nove računalnike.

● Preračun nezgode z izgubo napajanja s programskim paketom STCP, IJS-DP-7103. V okviru zadane naloge so spremljali scenarij – nezgodo z izgubo napajanja, in sicer od začetnega dogodka do zloma zadrževalnega hrana in izpusta plinov v okolico. Študija daje odgovore za izbrani scenarij na glavna vprašanja o času, trajanju in vrsti ter aktivnosti sproženih radioaktivnih snovi.

● Uporaba metode CSAU (varnostne analize z oceno tveganja) s programom RELAP5/MOD3.1 na primeru male izlivne nezgode, IJS-DP-7111. V poročilu so opisane metode za računanje negotovosti, ki se danes uporabljajo v svetu. Vsaka izmed metod ima svoje prednosti in slabosti. Opisan je prispevek IJS k uporabi metode CSAU za malo izlivno nezgodo, kjer so se posebej posvetili določitvi scenarija nezgode. Opisani so preračuni s programom RELAP5/MOD3.1 in kriteriji, s katerimi so določili najbolj neugoden zlom za dani scenarij male izlivne nezgode v NEK.

● Raziskava možnosti uporabe programa RASCAL2A za izračun posledic težke nezgode, IJS-DP-7117. Opisan je postopek uporabe programa RASCAL2A za izračun posledic težke nesreče, ob izgubi vsega izmeničnega napajanja. Rezultati so tudi grafično predstavljeni. Obdelane so možnosti vključevanja posameznih sistemov NEK v izračun scenarijev. Za štiri scenarije nezgode z izgubo vsega izmeničnega napajanja so podani rezultati.

● Analize posledic po težkih reaktorskih nesrečah, IJS-DP-7118. Programa CRAC2 in PC COSYMA sta bila uporabljena za izdelavo verjetnostnih varnostnih analiz nivoja 3. Obdelana je bila težka nesreča ob izgubi vsega izmeničnega napajanja, ki privede do poškodbe sredice reaktorja in lahko konča, glede na scenarij, z najhujšo ali z blago sprostitvijo radioaktivnosti v okolico. Proučevali so tudi vplive protukrepov na posledice.

● Priprava strokovnih osnov, razvoj, vzdrževanje in uporaba računalniških programov za varnostne analize, IJS-DP-7112. V okviru te naloge so bili razviti, vzdrževani in uporabljeni računalniški programi za naslednja področja: preračuni sredice tlačnovodnega reaktorja, nadzor povišanja krhkosti tlačne posode, izračun inventarja radionuklidov in problematika RAO ter preračuni reaktorja TRIGA.

● Delna varnostna analiza kritičnosti bazena za izrabljeno gorivo NE Krško in suhega vsebnika model STC-NAC, IJS-DP-7105. Uporabljena je bila PC verzija programskega paketa MCNP4A za nevtronske/gama preračune z Monte Carlo metodo. Obdelani so bili štiri testni primeri za hitre in termične kritične primere. Predstavljen je preračun kritičnosti bazena za izrabljeno gorivo NE Krško. Analizirana je bila kritična varnost suhega vsebnika za izrabljeno gorivo model NAC-STC.

● Pasivni nevtronski dozimeter, IJS-DP-7108. Razvit je dozimeter za meritve termičnih nevtronov, ki temelji na kombinaciji BN-1 (Kodak Pathe, Francija) CR-39 (TASL, Anglija) nevtronski konvertor/ detektor jedrskih sledi in uporabi naprave za elektrokemijsko jedkanje ter avtomatskega sistema za analizo jedrskih sledi TRACOS. Ugotovljeno je, da odziv dozimetra znaša 5.6×10^{-3} sledi/n in je primerljiv z odzivom dozimetra, ki temelji na kemijskem jedkanju sledi

(7.7×10^{-3} sledi/n). Z dozimetrom je možno meriti fluens termičnih nevtronov od 10^4 do 10^6 n/cm².

● Meritve C-14 v prostorih jedrske elektrarne Krško, IJS-DP-7144. Z meritvami so ugotavljali potencialne vire ogljika-14 na različnih mestih v jedrski elektrarni med obratovanjem.

V letu 1994 smo nadaljevali z izgradnjo radiološkega opozorilnega sistema, ki naj bi pravočasno opozoril pristojne organe o povečani radioaktivnosti v okolju ne glede na izvor radioaktivnega materiala (nesreča v jedrski centrali pri nas ali v tujini, jedrski poskus, radiološka nesreča, ...)

Izdelan je bil računalniški program, ki omogoča on-line povezavo vseh samostojnih enot po Sloveniji s centralnim računalnikom. Program omogoča priključitev in povezavo sond gama sevanja različnih tipov in proizvajalcev. Tako imamo možnost izmenjevati sonde in podatke z različnimi državami v okviru interkomparacijskih merenj. Sedaj se že vzporedno zbirajo: podatki Ekološkega informacijskega sistema NE Krško, podatki dveh merilnih mest v Ljubljani (Bežigrad, Vič), in podatki sistema firme Alnor, ki je še v preiskusni fazi. Povezava preostalih merilnih mest, kjer že merijo samostojne enote MFM 202 (Maribor, Celje, Novo mesto, Bilje-Nova Gorica, Sečovelje-Portorož, Rakičan-Murska Sobota, Kredarica, Lesce) s centralnim računalnikom se pripravlja in naj bi bila izvedena v letu 1995. V letu 1994 so bile kupljene tri nove samostojne enote za lokacije: Slovenj Gradec, Krvavec, Postojna.

2.2.6. Izobraževanje

Uprava RS za jedrsko varnost je tudi skozi vse lansko leto posvečala veliko pozornost strokovnemu usposabljanju svojih delavcev. Strokovni delavci URSJV so opravili strokovni izpit za upravne in višje upravne delavce. Poudarek je tudi na tečajih tujih jezikov, računalniškem usposabljanju ter seveda na usposabljanju s področja jedrske varnosti in radiološke zaščite. En sodelavec je pričel s podiplomskim študijem. Dva sodelavca sta uspešno zaključila tečaj »Osnove tehnologije jedrskih elektrarn«, en sodelavec pa je uspešno opravil tečaj »Osnove teorije močnostnih reaktorjev«, oba tečaja sta potekala na ICJT. Usposabljanje in šolanje je bilo zelo intenzivno tudi v tujini, saj lahko uprava le na takšen način strokovno pokriva področje, ki se neprenehoma razvija.

2.2.7. Kadrovska politika

V letu 1994 se je na URSJV zaposlilo 5 novih sodelavcev in sicer: republiški inšpektor I, svetovalec direktorja, svetovalec I, administrativni sodelavec ter pripravnik (zadnji za določen čas enega leta). V tem letu sta dva pripravnika uspešno zaključila pripravništvo s strokovnim izpitom ter se na URSJV zaposlila za nedoločen čas, štirim delavcem pa je delovno razmerje prenehalo. Tako je bilo na dan 31.12.1994 na Upravi RS za jedrsko varnost zaposlenih 20 delavcev.

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

Kljub sicer ugodnem trendu pa ostaja dejstvo, da število delovnih mest še ni zadostno, saj so mednarodna priporočila veliko zahtevnejša (od 80–100 strokovnjakov), misija Evropske Unije-RAMG, pa je priporočala zaposlitev 40 strokovnjakov.

2.2.8. Mednarodno sodelovanje

2.2.8.1. Sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo

Mednarodna agencija za atomsko energijo (v nadaljevanju MAAE) je neodvisna mednarodna organizacija, ustanovljena leta 1957 s sklepom Generalne skupščine Organizacije Zdru-

ženih Narodov. Naloge, kot jih definira Statut MAAE so predvsem razširiti in povečati prispevek jedrske energije za mir, zdravje in napredek v celotnem svetu. MAAE si prizadeva, kolikor je to le mogoče, da pomoč, ki jo prispeva državam članicam, ni zlorabljena oz. uporabljena v nemiroljubne namene.

Naloge MAAE so 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 38. zasedanju Generalne konference MAAE, ki je potekala na Dunaju od 19.9. do 23.9. 1994, je Slovenijo zastopala delegacija, sestavljena iz predstavnikov Uprave RS za jedrsko varnost, Ministrstva za okolje in prostor, Ministrstva za gospodarske dejavnosti, Nuklearne elektrarne Krško in Instituta »Jožef Stefan«.

Pred samim zasedanjem Generalne konference, potekajo med letom približno štiri zasedanja Sveta guvernerjev MAAE. Predstavniki Uprave RS za jedrsko varnost kot opazovalci v največji možni meri pokrivajo tudi delo Sveta Guvernerjev. V letu 1994 je predstavnik Slovenije sodeloval na februar-skem, septembrskem in decembrskem Svetu guvernerjev.

2.2.8.2. Tehnična pomoč in sodelovanje

Sodelovanje Slovenije z MAAE je najintenzivneje na področju izvajanja programa tehnične pomoči in sodelovanja ter na področju nadzora jedrskega materiala.

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

Delavci URSJV so se tudi v letu 1994 uspešno udeleževali raznih seminarjev, tečajev in delavnic, ki jih organizira MAAE sama ali pa v sodelovanju z drugimi organizacijami:

1. Seminar »Razvoj pri transportu radioaktivnih odpadkov«, Dunaj, Avstrija, 21.–25. 2. 1994
2. Tehnični komite »Napomembnejša področja in dobra praksa misije OSART«, Dunaj, Avstrija, 28. 2.–4. 3. 1994
3. Tehnični komite »Smernice za oceno izvajanja in učinkovitosti požarne varnosti«, Dunaj, Avstrija, 14.–18. 3. 1994
4. Simpozij »Mednarodni nadzor nad jedrskim materialom«, Dunaj, Avstrija, 14.–18. 3. 1994
5. Konferenca PSA/PRA hude nesreče, Ljubljana 17.–20. 4. 1994
6. Tehnični komite »Izkušnje o krepitvi varnostne kulture v jedrskih elektrarnah«, Dunaj, Avstrija, 20.–24. 6. 1994
7. Tehnični komite/delavnica »Vodenje dogodkov pri poškodbah goriva«, Trnava, Slovaška, 16.–18. 5. 1994
8. Tehnični komite »Uporaba povratnih informacij o obratovnih izkušnjah pomembnih za varnost«, Dunaj, Avstrija, 16.–19. 5. 1994
9. 22. srečanje INIS državnih uradnikov, New Delhi, Indija, 25.–30. 5. 1994
10. Regionalni tečaj »Metode in uporaba verjetnostnih varnostnih analiz«, Madrid, Španija, 20. 6.–1. 7. 1994
11. Delavnica »Postopki za izdajo dovoljenj za skladišča izrabljenega goriva«, St. Petersburg, Ruska federacija, 27. 6.–1. 7. 1994
12. Delavnica o inšpekciji kolektorjev na uparjalnikih tipa VVER 440, Loviisa, Finska, 29.–31. 8. 1994

13. Seminar strokovnjakov »Erozija in korozija materialov, ki se uporabljajo v jedrski elektrarni«, Kijev, Ukrajina, 19.–23. 9. 1994

14. Mednarodni simpozij »Skladiščenje izrabljenega goriva, varnostni inženiring in pogledi na okolje, Dunaj, Avstrija, 10.–14. 10. 1994

15. Srečanje INES državnih uradnikov, Dunaj, Avstrija, 19.–21. 10. 1994

16. Delavnica »Začasno skladiščenje izrabljenega goriva iz raziskovalnih reaktorjev«, Budimpešta, Madžarska, 24.–28. 10. 1994

17. Regionalni tečaj o upravnem nadzoru jedrskih elektrarn, Trnava, Slovaška, 31. 10.–11. 11. 1994

18. Tečaj »Shranjevanje rabljenega goriva v jedrskih elektrarnah«, Madrid, Španija, 14.–25. 11. 1994

19. Strokovno srečanje INES državnih uradnikov, Dunaj, Avstrija, 12.–16. 12. 1994

Na nekaterih od teh ter na mnogih drugih tečajih in seminarjih, ki so potekali v okviru Agencije so sodelovali tudi mnogi strokovnjaki iz organizacij, kot so: Institut Jožef Stefan, Nuklearna elektrarna Krško, Klinični center, Elektroinštitut Milan Vidmar, Rudnik Žirovski vrh, Fakulteta za matematiko in fiziko, Republiški sanitarni inšpektorat, itd.

B. Štipendiranje in znanstveni obiski

Druga področja sodelovanja, ki potekajo med URSJV in Agencijo v okviru programa tehnične pomoči in sodelovanja (poleg že omenjenih tečajev in seminarjev) so štipendiranje in znanstveni obiski. V letu 1994 smo prejeli preko MAAE 11 prošenj za izpopolnjevanje tujih strokovnjakov v naši državi. Prošnje so poslane naslednje države za navedena področja:

- Gana, proizvodnja izotopov,
- Iran, varnost reaktorjev in jedrskih materialov,
- Libija, produkcija izotopov,
- Libija, analitična jedrska fizika,
- Turčija, evakuacija varnosti,
- Libija, raziskovalni reaktorji,
- Indonezija, rekatorska fizika,
- Libija, varstvo pred sevanjem,
- Sirija, varstvo okolja,
- Iran, varstvo pred sevanjem,
- Filipini, varstvo pred sevanjem.

Od zgoraj naštetih prošenj sta se le dve realizirali v letu 1994, druge pa so predvidene za realizacijo v letu 1995. Omeniti pa velja tudi, da je bilo kar 5 prošenj zavrnjenih, nekatere med njimi zaradi presoje politične (ne) primernosti, druge zaradi nezmožnosti izvedbe željenega programa izpopolnjevanja.

Za leto 1994 je značilno tudi dejstvo, da so prav vse vloge bile naslovljene za izpopolnjevanje na Institutu »Jožef Stefan«. Omenimo naj še, da so bila v letu 1994 realizirana štiri izpopolnjevanja (prav tako na Institutu »Jožef Stefan«), katerih vloge so prispele k nam sicer že v letu 1993.

Tudi trije kandidati iz Slovenije so preko MAAE zaprosili za štipendijo v letu 1994. Nobena med njimi ni bila v istem letu realizirana.

C. Raziskovalne pogodbe

URSJV in MAAE pa v okviru programa tehnične pomoči in sodelovanja ne pokrivata le področja »izobraževanja«, temveč tudi raziskovalnega dela ter financiranja večjih (nacionalnih) projektov.

V letu 1994 smo na Agencijo poslali večje število predlogov raziskovalnih pogodb, katerih tipična velikost je okoli 5.000 USD.

Nekatere med njimi se nanašajo na nadaljevanje pogodbenega razmerja in aktivnosti iz prejšnjih let, druge pa so nove. V letu 1994 je Agencija tudi potrdila nekaj predlogov raziskovalnih pogodb, ki so ji bile predstavljene v letu 1993. Največ predlogov raziskovalnih pogodb so posredovali z Inštituta »Jožef Stefan«, predloge pa sta poslali tudi Medicinska fakulteta in Klinični center.

D. Projekti tehnične pomoči

Projekti tehnične pomoči so najboljše in najzahtevnejša oblika sodelovanja med R Slovenijo in MAAE, saj tako sodelovanje predvideva precejšen finančni in strokovni angažma prijavitelja, projekti pa ponavadi trajajo več let. Sistem prijave in izbora projektov je MAAE v zadnjih letih poostrižila, naenkrat pa mora prijavitelj pridobiti kot sofinancerja tretjo, zainteresirano državo (t. i. footnote A projekti), kjer MAAE nastopa zgolj v fazi evaluacije in potrditve projekta ter kot posrednik med predlagateljem ter morebitnim potencialnim sofinancerjem. Slovenija je v letu 1994 (za proračunsko obdobje 94/96) prijavila 6 projektov, od katerih so bili štiri potrjeni in sprejeti, trije projekti pa so bili podaljšanji iz preteklih let. Tudi tu je največ projektov prijavil Inštitut »Jožef Stefan«, odobreni pa so bili tudi projekti Nuklearne elektrarne Krško, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo ter URSJV.

2.2.8.3. Sistem nadzora jedrskih materialov

MAAE izvaja nadzor nad jedrskim materialom v R Sloveniji v skladu s Sporazumom med bivšo SFRJ in MAAE o izvajanju nadzora v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja, veljavnost pa je seveda omejena na ozemlje naše države. V lanskem letu je bilo usklajeno tudi že besedilo novega sporazuma med R Slovenijo in MAAE. Osnutek sporazuma, ki ga je pripravila MAAE je na pobudo Uprave RS za jedrsko varnost, skladno z uveljavljeno proceduro, uspešno prešel vse faze (tako na vladni ravni, kot tudi na Odboru Državnega zbora za mednarodne odnose). Svet guvernerjev MAAE (Board of Governors) ga je potrdil na junijskem zasedanju lansko leto.

Osnova za navedeni mednarodni sistem je mednarodna pogodba o neširjenju jedrskega orožja (NPT), ki je bila pripravljena za podpisovanje 1.7.1968 in je postala pravno močna 5.3.1970, potem ko so jo podpisali in ratificirali deponitariji (SZ, UK in USA) in še 40 drugih držav. Do 1.10.1993 je NPT podpisalo 160 držav med njimi tudi Slovenija. Verifikacija izpolnjevanja pogojev in NPT vrši MAAE preko njenih neodvisnih inšpektorjev. Vsaka država ali skupina držav sklene z MAAE o tem sporazum, kjer se zaveže, da bo izpolnjevala vse dogovorjene pogoje. Sporazum vsebuje tudi aktivnosti MAAE, s katerimi skuša ta zagotoviti, da neka država ne uporablja jedrskega materiala ali opreme za razvoj ali proizvodnjo jedrskega orožja. Nadzoru so podvrženi vsi kompleksi t. i. gorilnega cikla, to so reaktorji, in v procesu izdelave gorilnih elementov, pa obrati za konverzijo, obogatitev, proizvodnjo gorilnih elementov in reprocessing. Vsi ti obrati delajo z materiali (visoko obogaten uran ali plutonij) ki so uporabni za izdelavo jedrskih eksplozivnih sredstev.

Evidenca o količinah in verifikacija količin jedrskega materiala v neki državi temelji na poročilih neke države in poročilu o pregledu jedrskega objekta s strani MAAE inšpektorjev. Odgovornost zadolženega državnega organa za jedrsko varnost (v Sloveniji je to Uprava RS za jedrsko varnost) v državi podpisnici Sporazuma je, da zagotovi, da vodstva jedrskih objektov (v Sloveniji NE Krško in Raziskovalni reaktor Triga) izpolnjujejo zahteve Sporazuma in da zagotovi delovanje in opremo za meritve količin in sestave jedrskega materiala. URSJV mora zagotoviti inšpektorjem MAAE tudi potrebne dostope v oba jedrska objekta in do jedrskih materialov. Inšpektorjem je potrebno zagotoviti tudi uporabo planiranja kontrolnih naprav (kamere) ali prostorov in izvajanja kontrolnih meritev.

2.2.8.4. Sodelovanje z drugimi mednarodnimi organizacijami

Poleg Mednarodne agencije za atomsko energijo sodeluje

URSJV tudi z drugimi mednarodnimi organizacijami ter upravnimi organi, pristojnimi za jedrsko in radiološko varnost. Pri tem naj omenimo predvsem sodelovanje s Komisijo Evropske Unije (PHARE program je posebej obdelan v poglavju 5.3. tega poročila), OECD/NEA, ter z jedrsko regulatorno komisijo ZDA (USNRC); vsi ti dobro utečeni kanali in osebni stiki pomagajo pri hitrejšem dotoku informacij in izkušenj tujih upravnih organov v našo prakso, prav tako pa pri šolanju s področja jedrske in radiološke varnosti. Tako so se delavci URSJV udeležili v letu 1994 preko 20 seminarjev, posvetovanj oz. delavnic, nemalokrat tudi s svojimi strokovnimi prispevki.

2.2.8.5. Mednarodni sporazumi

Bilateralni sporazumi

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

Pobuda za sklenitev sporazuma je dala leta 1993 URSJV, potrjena pa je bila tako na vladi RS kot tudi na Odboru Državnega zbora za mednarodne odnose ter na Odboru Državnega zbora za infrastrukturo in okolje.

V letu 1993 so bili z avstrijsko stranjo upravljeni že trije krogi pogajanj, ki pa so se končali s skupno ugotovitvijo, da »nadaljevanje pogajanj brez poprejšnje poravnave raznih, v pojmovanju na politični ravni, ne bi privedla do cilja.«

Delegacija R Slovenije je zato poročala Vladi o poteku pogajanj ter je tako vlada na svoji 74. seji dne 16/3–1994 sprejela sklep (skrajšano) »da izhodišča za nadaljnja pogajanja slovenske delegacije ostajajo v okviru pobude, ki jo je Vlada RS sprejela na 10. seji dne 4/3–1993, upoštevajoč že dosežene kompromisne rešitve, sporazumno dogovorjene z avstrijsko delegacijo na dosedanjih pogajanjih.«

Avstrijsko stran smo preko Veleposlaništva Republike Avstrije v Ljubljani obvestili (dne 14/4–1994), da je slovenska delegacija izčrpano poročala Vladi R Slovenije, ki jo je s sklepom pooblastila za nadaljevanje pogajanj ter predlagali uskladitev terminov za četrti krog pogajanj, ki bi potekal predvidoma v Ljubljani.

Na predlog URSJV od avstrijske strani nismo dobili odgovora.

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

URSJV je v maju 1994 naslovila na Vlado RS pobudo za sklenitev sporazumov s sosednjimi državami, ki jo je le-ta na 87. seji dne 26/5–1994 sprejela, potrjena pa je bila tudi na Odboru Državnega zbora za mednarodne odnose ter za infrastrukturo in okolje.

Vsebinsko je besedilo osnutka sporazuma, kot je bil predložen ob pobudi, standardizirano ter je sorodno tistemu, ki je bil ponujen tudi (predhodno) avstrijski strani.

Z madžarsko stranjo smo v dosedanjih bilateralnih pogajanjih prišli najdlje, saj smo v mesecu maju uskladili besedilo sporazuma, URSJV pa je na tej osnovi podala Vladi poročilo, ki ga je Vlada RS obravnavala na 116. seji dne 1/12–1994 ter ga sprejela, hkrati pa pooblastila direktorja URSJV, da sporazum podpiše.

S hrvaško ter italijansko stranjo pogajanja še niso stekla, vendar pa tudi tu ni nobenih vsebinskih zadržkov.

Tako nas je hrvaška stran v aprilu obvestila, da bodo sprožili postopek za pričetek pogajanj, italijanska stran pa je v septembru poslala pobudo, da medsebojno sodelovanje na področju jedrske in radiološke varnosti razdelimo v dva sporazuma: sporazum o zgodnji izmenjavi informacij (ki bi dejansko pokrival le to področje) ter ločen sporazum o izmenjavi teh-

ničnih informacij in sodelovanju med upravnima organoma, pristojnima za jedrsko in radiološko varnost obeh držav.

– Sporazum med URSJV in Slovaškim jedrskim upravnim organom o izmenjavi informacij ter URSJV in češkim jedrskim upravnim organom.

Tudi v tem primeru so v letu 1994 potekale aktivnosti za določitev sklepnega besedila, ki bi ga lahko, že usklajenega, posredovali z uradno pobudo v postopek sprejema.

– Sporazum med Vlado R Slovenije in Vlado Kanade o sodelovanju na področju miroljubne uporabe jedrske energije (s pripadajočim upravnim dogovorom).

Pobudo, ki jo je predložila v obravnavo URSJV, je Vlada RS potrdila in sprejela na 87. seji dne 26/5–1994, kasneje pa sta jo podprla tudi Odbor Državnega zbora za mednarodne odnose ter infrastrukturo in okolje.

Ne glede na to, da je pobuda za ta sporazum prišla s kanadske strani, je URSJV zainteresirana za sklenitev takega sporazuma, saj nam poleg formalnopravne podlage za komercialne pogodbenne dogovore za dobavo opreme, jedrskega materiala in tehnologije, omogoča tudi izmenjavo informacij s tega področja, izvajanje raziskovalnih in razvojnih projektov, nudenja tehnične pomoči, itd.

Besedili obeh tekstov (osnovnega sporazuma ter upravnega dogovora, ki bo podpisan na nivoju upravnih organov, pristojnih za jedrsko varnost) sta bili tekom leta skoraj v celoti usklajeni, čeprav je usklajevanje potekalo samo preko pisne izmenjave izhodišč ter predlogov.

– Sporazum med Republiko Slovenijo in MAAE o izvajanju nadzora v zvezi s pogodbo o neširjenju jedrskega orožja (status priprave sporazuma je podan v točki 2.2.8. tega poročila).

Multilateralne pogodbe

V okviru MAAE so se v letu 1994 nadaljevale priprave za sprejem nekaterih pomembnih konvencij s področja jedrske in radiološke varnosti. Uspešno so bile zaključene pri pravi:

– Osnovnih varnostnih standardov iz varstva pred sevanji (Basic Safety Standards);

Pri njihovi pripravi pa so bili vključeni strokovnjaki MAAE, FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO in WHO, v okviru MAAE pa so poleg drugih držav sodelovali tudi strokovnjaki iz naše države.

Svet guvernerjev MAAE je potrdil Osnovne varnostne standarde na 847. srečanju 12. septembra 1994. V lanskem letu so te standarde potrdili tudi že PAHO, FAO ter ILO. Ko jih potrdita tudi še OECD/NEA ter WHO, bodo predstavljali najširšo skupno mednarodno osnovo za prilagajanje državnih zakonodaj, torej tudi naše.

– Konvencija o jedrski varnosti;

V letu 1994 se je končalo tudi dveletno delo pri pripravi in sprejemu Konvencije o jedrski varnosti. V mesecu juniju je potekala na sedežu MAAE na Dunaju Diplomatska konferenca za sprejem Konvencije o jedrski varnosti, v mesecu septembru pa je bila med zasedanjem generalne konference MAAE, konvencija odprta za podpisovanje. V notranjepravni proceduri naše države je bila konvencija na vseh nivojih potrjena ter sprejeta, zato je vodja slovenske delegacije minister za okolje in prostor, dr. Pavle Gantar, konvencijo na Dunaju podpisal med prvimi. Koncem leta 1994 je bila v postopku tudi že ratifikacija te konvencije.

– Skupni protokol o uporabi Dunajske konvencije in Pariške konvencije;

Na pobudo URSJV je v manj kot pol leta izpeljan celoten postopek pristopa R Slovenije v Skupnem protokolu o uporabi Dunajske konvencije in Pariške konvencije.

Namen skupnega protokola, ki je postal veljaven leta 1992, je zagotoviti razširitev sistema odgovornosti in kritja v primeru jedrske škode na države pogodbenice tako Dunajske kot Pariške konvencije ter odpravljati kolizijo obeh konvencij.

Zakon o ratifikaciji Skupnega protokola je sprejel Državni zbor v novembru 1994 in je objavljen v Uradnem listu RS, MP št. 22/94.

URSJV pa je preko Ministrstva za zunanje zadeve tudi že sprožila postopek za deponiranje listine o ratifikaciji.

– Revizija Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo;

Svet guvernerjev je že leta 1990 ustanovil stalni komite (Standing Committee) z nalogo proučiti vprašanja mednarodne civilne odgovornosti za jedrsko škodo, mednarodne državne odgovornosti za jedrsko škodo, razširitve uporabe revidirane Dunajske konvencije o odgovornosti za jedrsko škodo na vojaške jedrske objekte, postopka reševanja sporov, itd. Vsa ta vprašanja je stalni komite obravnaval tudi na 9. seji (7.–11. februar 1994) in 10. seji (1. oktober–4. november 1994). Težišče dela stalnega komiteja je bilo predvsem na pripravi teksta revizije Dunajske konvencije. Eden od ciljev revidiranega sistema Dunajske konvencije je tudi njegova čimširša sprejemljivost (odprava dvotirnega sistema Dunajska–Pariška konvencija), po drugi strani pa se želi doseči tudi pristop vrste pomembnih jedrskih držav, ki do sedaj niso bile članice nobenega od obeh sistemov (ZDA, države bivše SZ, Japonska).

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

Kljub prizadevanjem, da bi že v letu 1994 sklicali diplomatsko konferenco za sprejem končnega besedila obeh konvencij (revizija Dunajske konvencije in konvencije o dopolnilnem financiranju), pa je delo Stalnega komiteja v lanskem letu zaostalo predvsem zaradi obravnave dveh vzporednih in delno izključujočih se predlogov Konvencije o dopolnilnem financiranju – predlog sekretariata MAAE ter predlog ZDA. Prav tako ni bila podprta ideja nekaterih delegacij, da bi pohiteli z revizijo Dunajske konvencije, problem »dodatnega zbiranja sredstev« pa pustili za kasnejšo fazo.

2.2.9. RAČUNALNIŠKI INFORMACIJSKI SISTEMI

Za lažje delo, odločanje in povečanje usposobljenosti oziroma izurjenosti članov ekspertnih skupin in sodelavcev pri ocenjevanju nezgodnih pojavov v primeru ukrepov v sili in nenazadnje za dviganje strokovnega nivoja delavcev URSJV smo na upravi v tem letu dogradili oziroma vzpostavili naslednje informacijske sisteme in programske aplikacije:

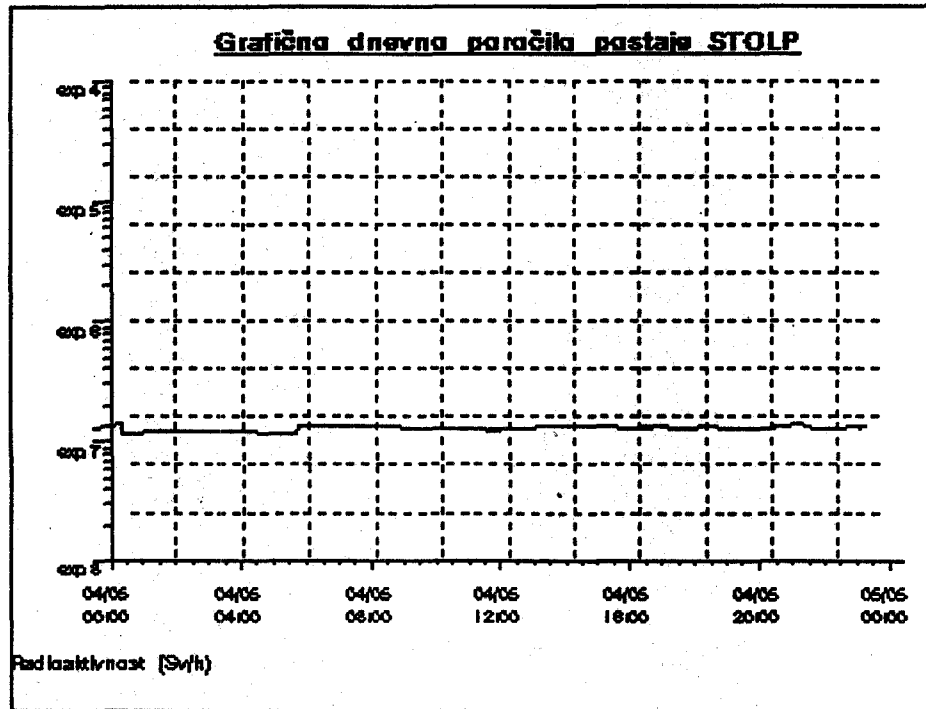
2.2.9.1. Informacijski sistem EIS

Informacijski sistem (EIS) za nadzor ekološke situacije na področju NEK. Sestavlja ga merilna, računalniška in programska oprema, ki meri parametre, pomembne za radiološki monitoring med normalnim obratovanjem in morebitno jedrsko nesrečo (hitrost gama sevanja, temperatura zraka, hitrost in smer vetra, zračni tlak, količino padavin, stabilnost atmosfere, itd) na več lokacijah in posreduje obdelane vrednosti v center sistema. Center je PC centralna enota vključena v LAN URSJV, kjer teče programska oprema za komuniciranje z dvema radiološkima merilnima enotama v Ljubljani (IJS,

URSJV) in računalnikom v NEK, na katerega so priključene posamezne merilne postaje in inteligentni monitorji na lokacijah Krškega, NEK Stolpa, Cerkelj, Brežic; oprema za shranjevanje zbranih podatkov v podatkovno bazo in oprema za dodatne sprotne obdelave (priprave osnovnih slik, statistične obdelave, kontrola podatkov) in prikaz zbranih podatkov

v Windows okolju na Pcjih (na sliki št. 1 je prikazano grafično dnevno poročilo radioaktivnosti NEK-Stolp). V letu 1995 bomo nadgradili EIS z nadzorom ostalih nuklearnih objektov; t.. Raziskovalni Reaktor v Podgorici in Rudnik urana na Žirovskem vrhu,

Slika št. 1: Dnevno poročilo radioaktivnosti postaje NEK-Stolp

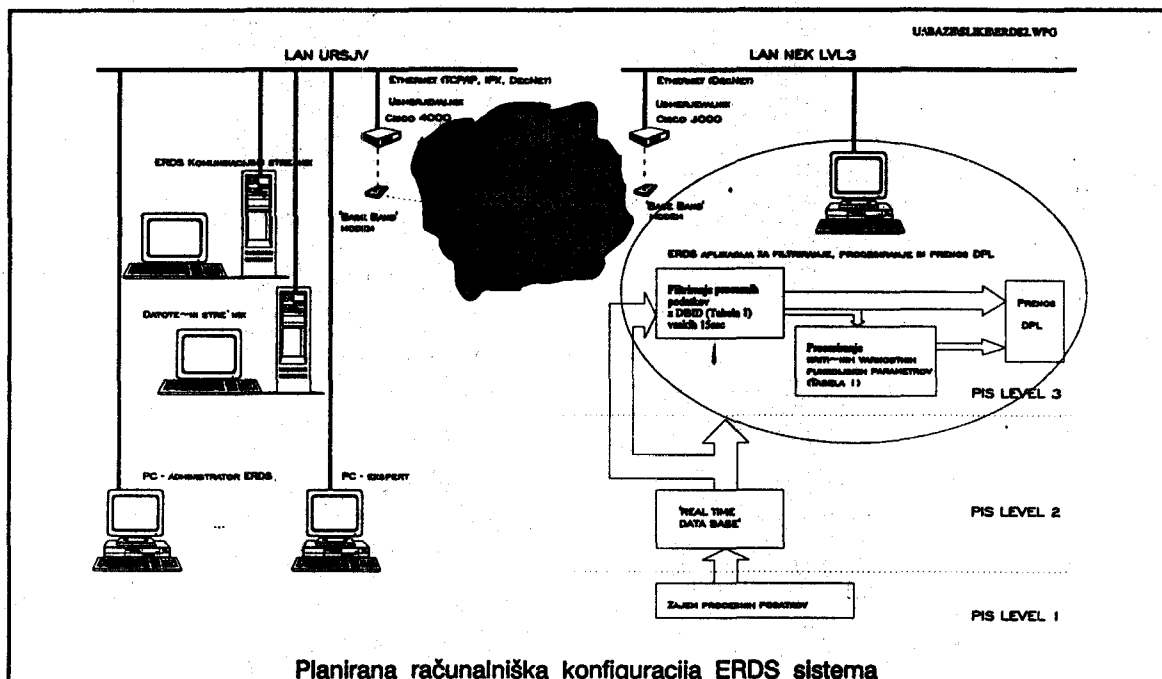


2.2.9.2. Informacijski sistem ERDS

URSJV razvija informacijski sistem ERDS (Emergency Response Data System) za zanesljiv in pravočasen prenos

varnostnih parametrov delovanja NEK, ki bi se prenašali na upravo; v primeru izrednega dogodka in arhivirali ter avtomatsko alarmiralo delavce URSJV. Sistem sedaj deluje in se testira s simulacijskimi podatki. V letu 1995 bosta predvidoma povezani lokalni mreži URSJV in NEK.

Slika št. 2: Planirana računalniška konfiguracija ERDS sistema

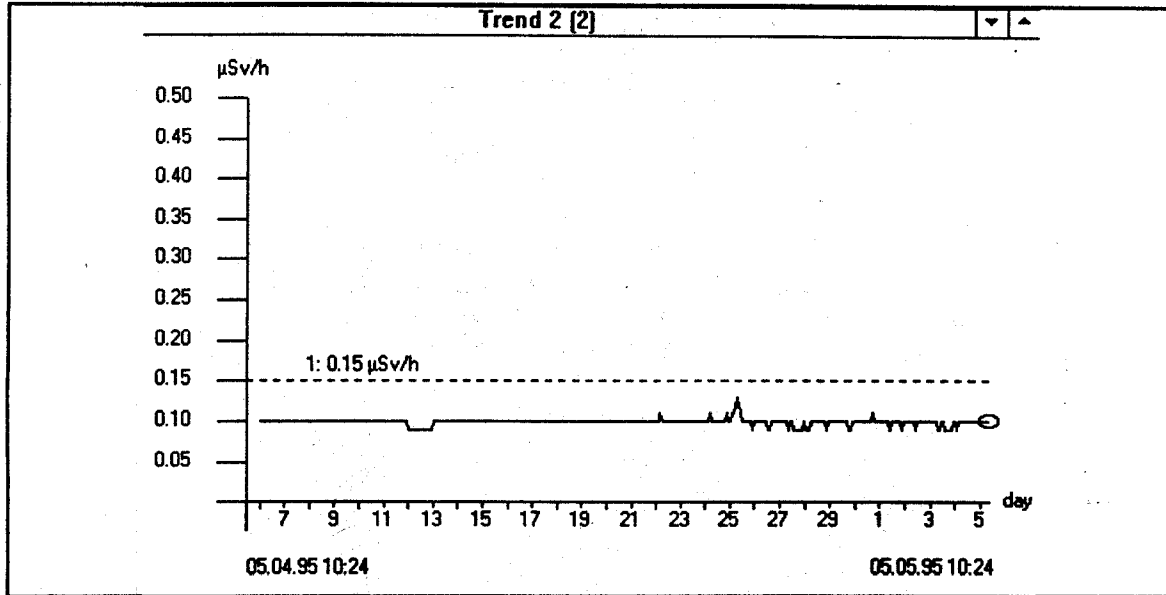


2.2.9.3. Radiološki alarmni merilni sistem (RAMS)

Radiološki alarmni merilni sistem (RAMS) je namenjen za primer ponezgodnega stanja, ki ima izključno nalogo alarmiranja in meritev v pogojih povišane radioaktivnosti (nesreče). Sistem sestavlja centralna enota s programsko opremo za zajem, arhiviranje in prikaz iz dveh ALNOR merilnih enot

v okolju naše uprave. Sistem omogoča tudi prikaz mernih podatkov na 'client' Pcijih delavcev naše uprave, saj je centralna enota vključena v LAN URSJV. Na sliki št. 3 je prikazan trend ene sonde v izbranem času 1. meseca. V letu 1995 bomo v RAMS vključili radioaktivne merilne postaje na vseh nuklearnih objektih v Sloveniji.

Slika št. 3: Mesečni trend sonde – grafični izpis

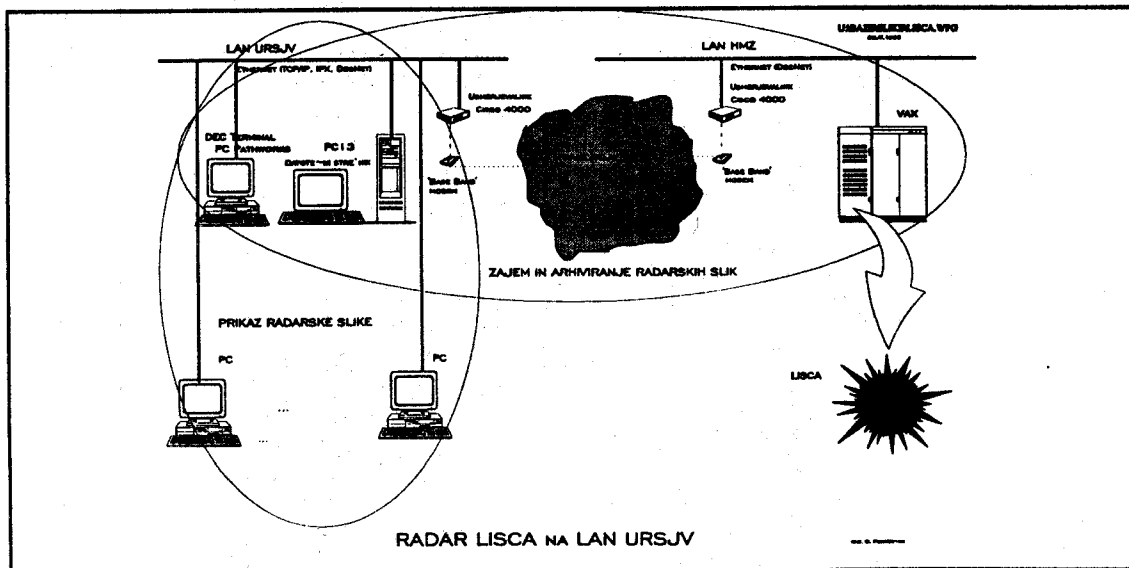


2.2.9.4. Informacijski sistem za monitoring vremena – WMS

Informacijski sistem za monitoring vremena – WMS (Weather Monitoring System) omogoča zajem in prikaz radarskih slik iz Lisce. Direktno zajem vremenskih podatkov z radarja izvaja HMZ. Na URSJV z PC komunikacijskim računalnikom (DEC

terminal), povezanim v LAN URSJV, posredno zajemamo arhivirane podatke iz HMZ VAX rač. preko hitre komunikacije (glej sliko). Zajete podatke arhiviramo na strežniku datotek tako, da jih lahko v vsakem trenutku priključijo uporabniki 'client' Pcijev in prikažejo na svojem ekranu. V letu 1995 nameravamo vključiti v ta opazovalni sistem še vremenske satelitske slike.

Slika št. 4: Shema informacijskega sistema za monitoring vremena



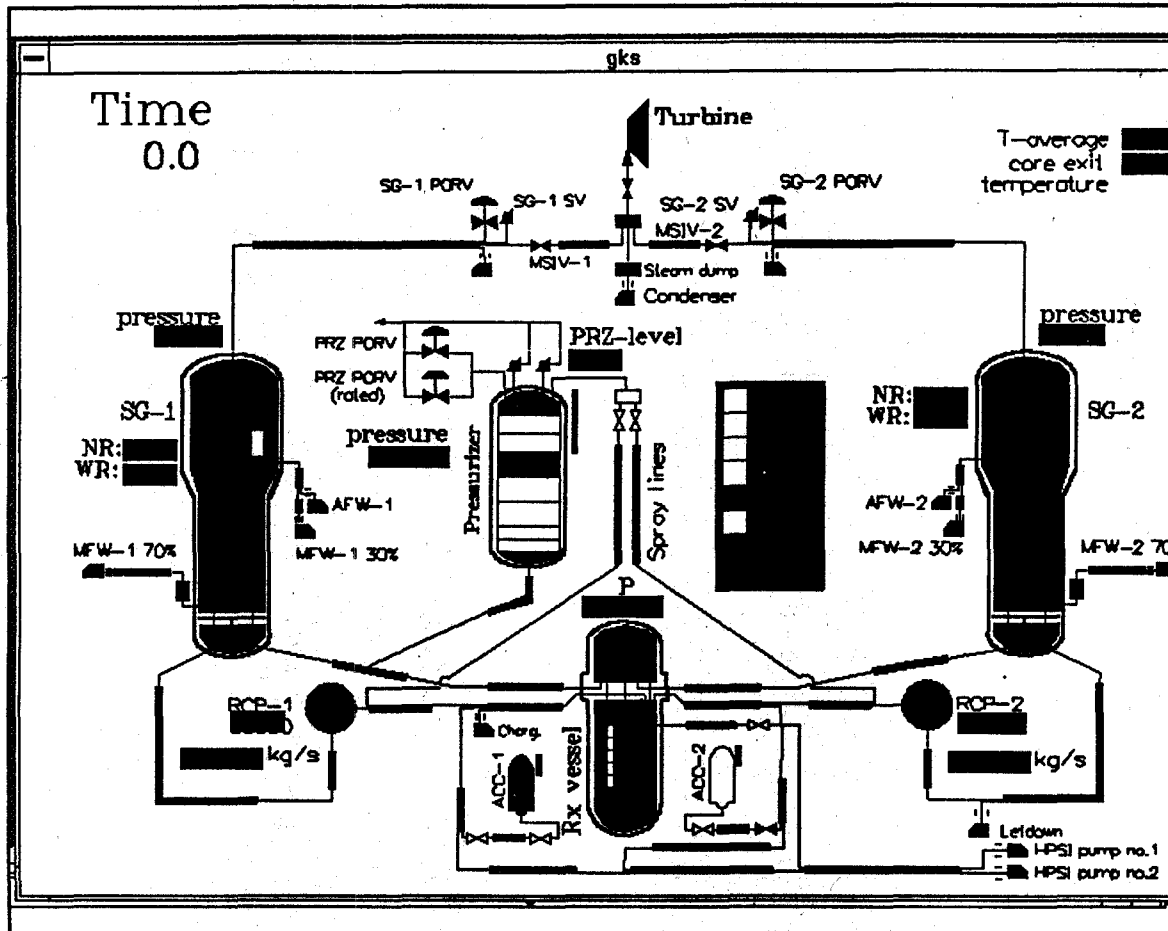
2.2.9.5. Analizator Nuklearne elektrarne Krško – NPA

Analizator Nuklearne elektrarne Krško (Nuclear Plant Analyzer) za izobraževanje in podporo za ukrepe v sili. V okviru izobraževanja je NPA namenjen za poenostavljeno simulacijo nezgodnih stanj z različno hitrostjo simulacije (hitrost, kot jo zmore delovna postaja, realni čas, upočasnitev); učenje z uporabo nezgodnih obratovalnih navodil NE Krško; simula-

cijo izbranega nabora nezgod in prehodnih pojavov z možnostjo interaktivnih ukazov (kot posega operater) in vnašanjem napačnih delovanj (odpovedi komponent ali sistemov).

V okviru podpore ekspertnim skupinam v centru URSJV za ukrepe v sili pa je namenjen za simulacijo nezgode pri načrtovanju in izvajanju vaj in analizo nezgode ter napovedovanje poteka scenarija ter podporo pri

Slika št. 5. Demo verzija Analizatorja NEK



svetovanju organom, ki odločajo o ukrepih v sili. V tem letu je končana prva faza večletnega projekta; t. j. demo verzija Analizatorja NEK za malo izlivno nezgodo na UNIX delovni postaji na URSJV (glej sliko št. 5.). V naslednjih letih bomo nadgradili NPA s simulacijo vseh nezgod in prehodnih pojavov z možnostjo slikovnega prikaza sistemov NEK.

2.2.9.6. Geografski Informacijski Sistem – GIS

Na URSJV skupaj z URSZR razvijamo GIS (Geografski Informacijski Sistem)–NEK za pomoč v planiranju ukrepov pri morebitni jedrski nesreči v NEK. V tem letu smo instalirali ARCINFO programsko aplikacijo in iz URSZR prenesli že izdelano bazo GIS–NEK. Baza vsebuje tematsko zaključene sklope podatkov v prostoru (PTT, ceste, železnice, vode,...). Lega in oblika prostorskih elementov je zapisana v grafičnem delu, lastnosti pa v atributnih datotekah. V letu 1995 bomo iz URSZR prenesli ažurirano bazo GIS–NEK in geografske baze za preostale nuklearne objekte. V sodelovanju s Prometno Tehničnim Inštitutom bomo izdelali aplikacijo za optimizacijo evakuacijskih poti, v primeru ponezgodnega stanja in nadgradili ARCINFO z ARCMENU programskimi orodji.

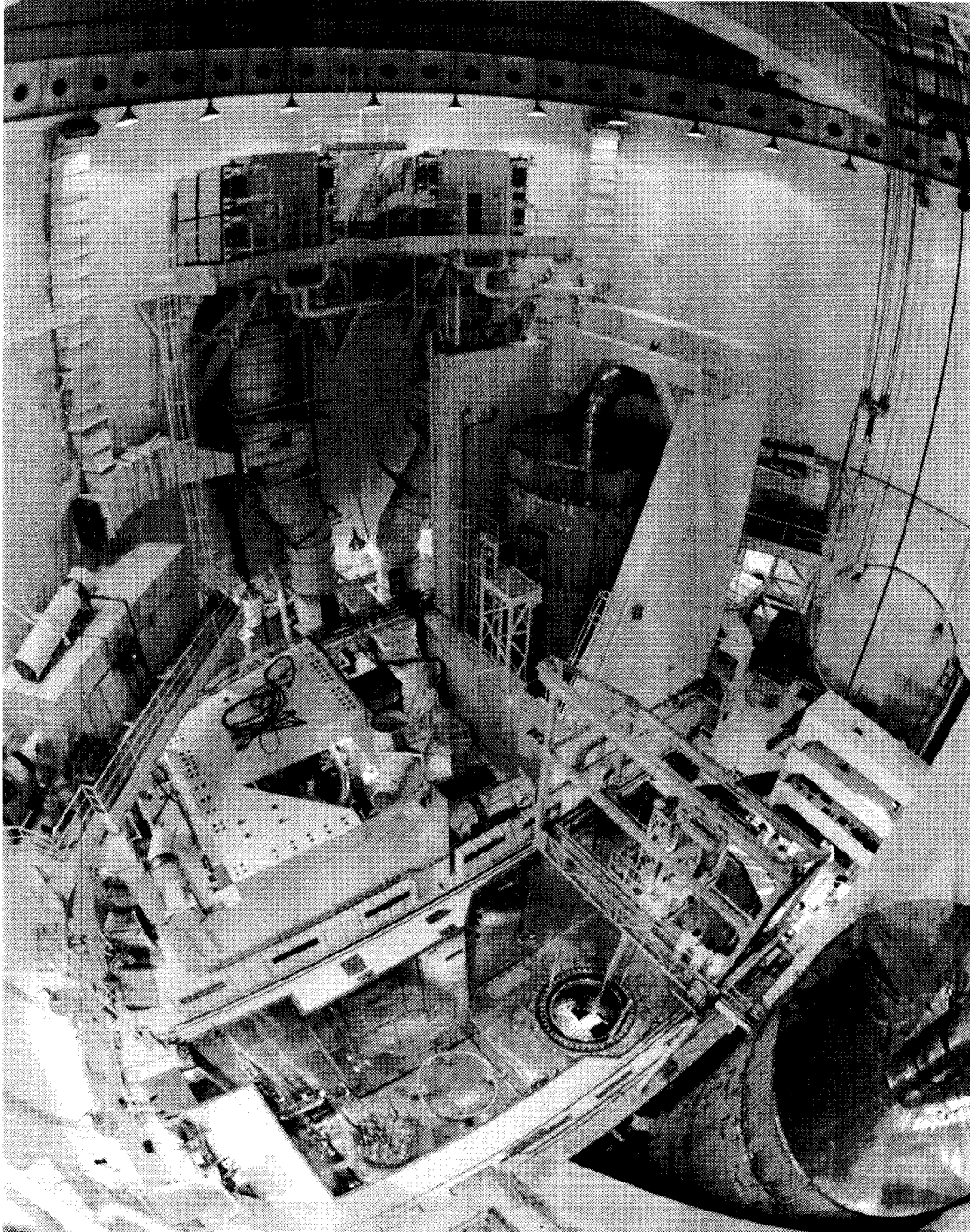
2.2.9.7. PC COSYMA

Programski sistem COSYMA («Code System from Maria») je rezultat sodelovanja v okviru evropskega projekta MARIA («Methods for Assessing the Radiological Impact of Accidents») in služi za verjetnostno ocenjevanje posledic težkih jedrskih nesreč. Program izračunava verjetnostno oceno tveganja ob možnih nesrečah, kjer pride do nenadzorovanega pobeга radioaktivnih snovi z upoštevanjem spektra različnih pogojev, katere uporabnik lahko sam definira. Pripomore tudi k boljši pripravi načrtov za ukrepanje ob dejanski jedrski nesreči. Omogoča pa vključitev podatkov, specifičnih za posamezno jedrsko elektrarno – podatke o okoliških prebivalcih, meteorološke podatke in podatke kmetijske pridelave v okolici JE, s čimer se razmeroma dobro približamo dejanskemu stanju in pridobimo koristne in uporabne rezultate.

Program omogoča izračun koncentracij radionuklidov in depozicijo na določenih točkah, število ljudi in področja, v katerih so izvedeni protiukrepi, individualne doze v krajšem ali daljšem času, individualno tveganje v daljšem ali krajšem času, kolektivne vplive na zdravje v krajšem ali daljšem času,

kolektivne doze v daljšem času, količino prepovedane hrane, število zgodnjih in poznih učinkov na zdravje, ki so smrtni ali ne, in ekonomske posledice. Omogoča upoštevanje ali izključitev različnih protiukrepov, kot so: ščitenje, evakuacija, izselitev, jodove tablete, dekontaminacija stavb in zemlje, preprečevanje uživanja hrane.

Slika št. 6: Polnjenje reaktorja z gorivom



Rezultati so zelo podrobni, saj prikazujejo doze in tveganja po posameznih organih in prispevke posameznih radionuklidov glede na izvor – tla, oblak, inhalacija, koža, resuspenzija.

3.0 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 1994 proizvedli 4 609 150 MWh (4,6 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 4 403 28 MWh (4,4 TWh) neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 7401.2 ur ali 84.49% celotnega –štetila

ur v tem letu. Proizvodnja je bila za 9.05% višja od načrtovane. Tabela 1 prikazuje dinamiko pridobivanja električne energije v primerjavi z načrtovano.

Proizvodnja toplotne energije je znašala 13 422 033 MWh.

Celotna proizvodnja električne energije v Sloveniji je bila 11 902 GWh, delež proizvedene jedrske energije je 36.9% (slika

1). Bruto raba električne energije v Sloveniji je bila 9955 GWh; jedrski delež pa je 22%. NEK oddaja na Hrvaško 50% proizvedene električne energije.

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

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

Izkoriščenost (load factor) predstavlja, koliko električne energije je elektrarna pridobila glede na to, koliko električne energije bi teoretično lahko pridobila v določenem času. To je količnik med pridobljeno električno energijo in električno

Tabela 1: Načrtovana in dosežena proizvodnja NE Krško za leto 1994.

mesec	Načrtovana proizvodnja (GWh)	Dosežena proizvodnja (GWh)	Razlika (%)
januar	238	238.74	0.31
februar	350	415.824	18.81
marec	400	418.658	4.66
april	400	445.356	11.34
maj	400	450.272	12.57
junij	400	440.416	10.1
julij	350	407.056	16.3
avgust	250	258.572	3.43
september	50	1.712	-96.58
oktober	400	427.308	6.83
november	400	441.1	10.28
december	400	458.516	14.63
skupaj	4,038.000	4,403.528	9.05

Tabela 2: Faktorji zanesljivosti obratovanja NE Krško v letu 1994. Pri računanju kumulative za razpoložljivost, izkoriščenost in faktor prisilne zaustavitve je upoštevana proizvodnja električne energije od 01.01.1983 dalje, ko so bili končani zagonski preizkusi.

	Leto 1994 (%)	Povprečje (%)
razpoložljivost	84.49	80.48
izkoriščenost	81.08	75.64
faktor prisilne zaustavitve	0.9	1.77

energijo, ki bi jo teoretično lahko dobili (zmnožek moči na sponkah generatorja s številom ur) v tem obdobju.

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

Tabeli 2 in 3 prikazujeta faktorje zanesljivosti obratovanja in časovno analizo obratovanja za NE Krško v letu 1994.

Vira: 1. Letno poročilo NE Krško 1994, feb. 1995.

2. Predlog energetske bilance RS za leto 1995, Ministrstvo za gospodarske dejavnosti, 1995.

Tabela 3: Časovna analiza obratovanja NE Krško v letu 1994.

Časovna analiza proizvodnje	Ure	Odstotek (%)
število ur v letu	8760	100
trajanje obratovanja elektrarne (na omrežju)	7401.2	84.49
trajanje zaustavitev	1358.8	15.51
trajanje remonta	1280.1	14.61
trajanje planiranih zaustavitev	0	0
trajanje neplaniranih zaustavitev	78.7	0.90

Slika 8 predstavlja, s kakšno močjo je NE Krško obratovala v letu 1994. Variranje moči, do katerih je prišlo v juliju in avgustu je posledica vremenskih pogojev. Ustavitve in zmanjšanje moči za več kot 10% inštalirane moči za čas daljši od 4 ur v letu 1994 so prikazane v tabeli 4.

Diagrami na slikah 9 do 14, ki prikazujejo glavne obratovalne podatke za celotno obdobje rednega obratovanja NE Krško, omogočajo, da lahko primerjamo rezultate iz leta 1994 s preteklim obdobjem. Faktor izkoriščenosti (slika 9) se tudi v svetu uporablja kot glavna ocena uspešnosti obratovanja jedrske elektrarne. Pomemben faktor je tudi razpoložljivost (slika 10), ker v nekaterih elektrarnah namerno zmanjšujejo moč zaradi

nihanj v porabi električne energije in tako ne dosegajo boljše izkoriščenosti. Na sliki 11 je predstavljena pridobljena električna energija za vsa leta rednega obratovanja jedrske elektrarne. Na slikah 12 do 14 so diagrami, kjer je upodobljeno –število ustavitve elektrarne v posameznem letu, faktor prisilne ustavitve in –število izrednih dogodkov na leto. Podatki na sliki 14 se razlikujejo od tistih iz preteklih let, ker je NE Krško uvedla novo označevanje poročil o izrednih dogodkih (nekatera poročila so bila zapisana pod isto –številko, dopis NE Krško SRT – 356/4150, 8. 4. 1991).

V letu 1994 je imela NE Krško razpoložljivost 84.49%.

Slika 7: Proizvodnja električne energije v Sloveniji

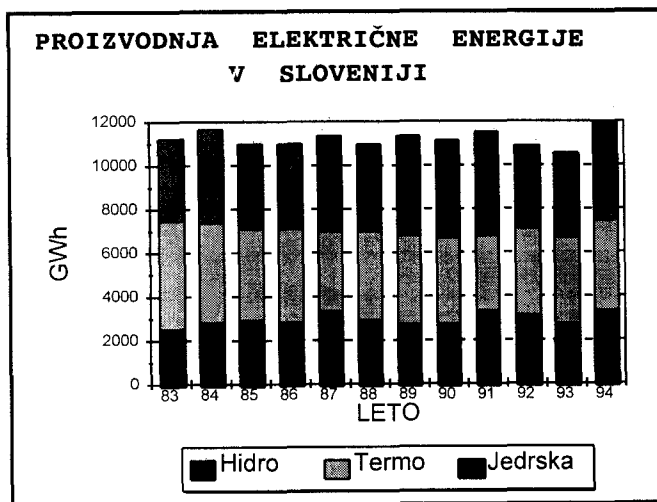


DIAGRAM OBRATOVANJA NE KRŠKO ZA LETO 1994 NE KRŠKO OPERATING DIAGRAM FOR 1994

Proizvedena energija na generatorju: 4.609,150 MWh

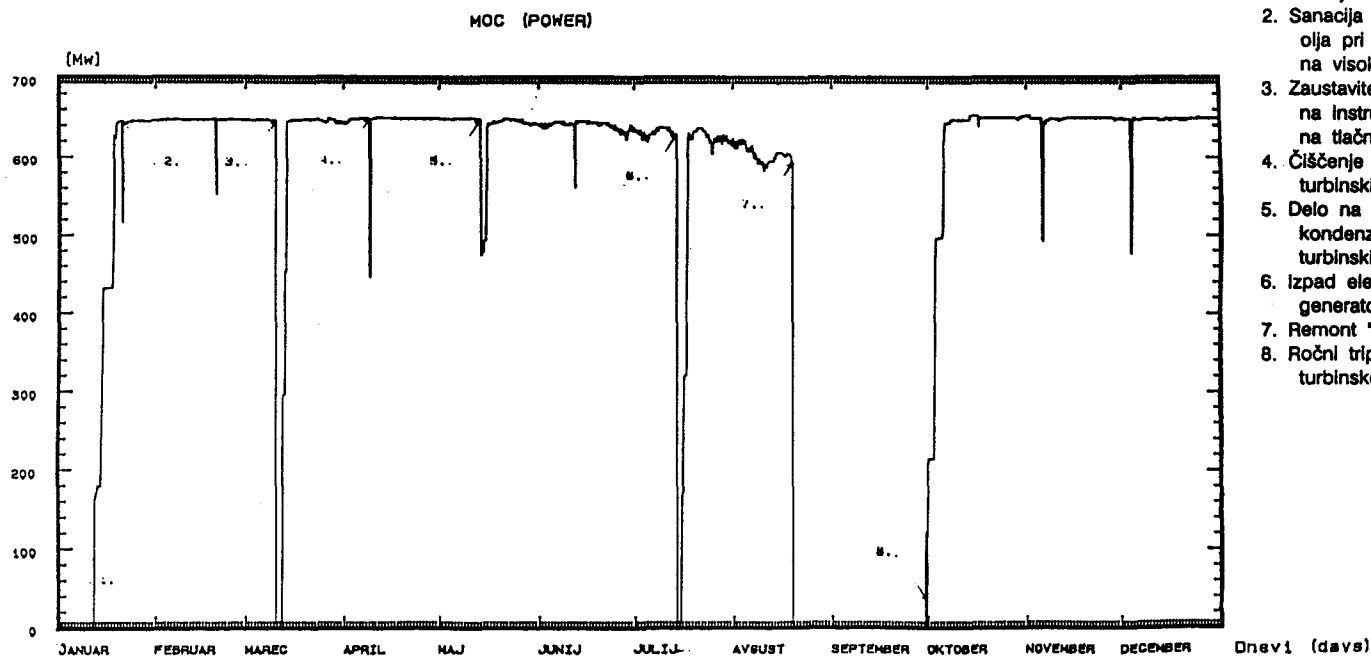
Proizvedena energija na pragu: 4.403,528 MWh

Gross produced energy: 4.609,150 MWh

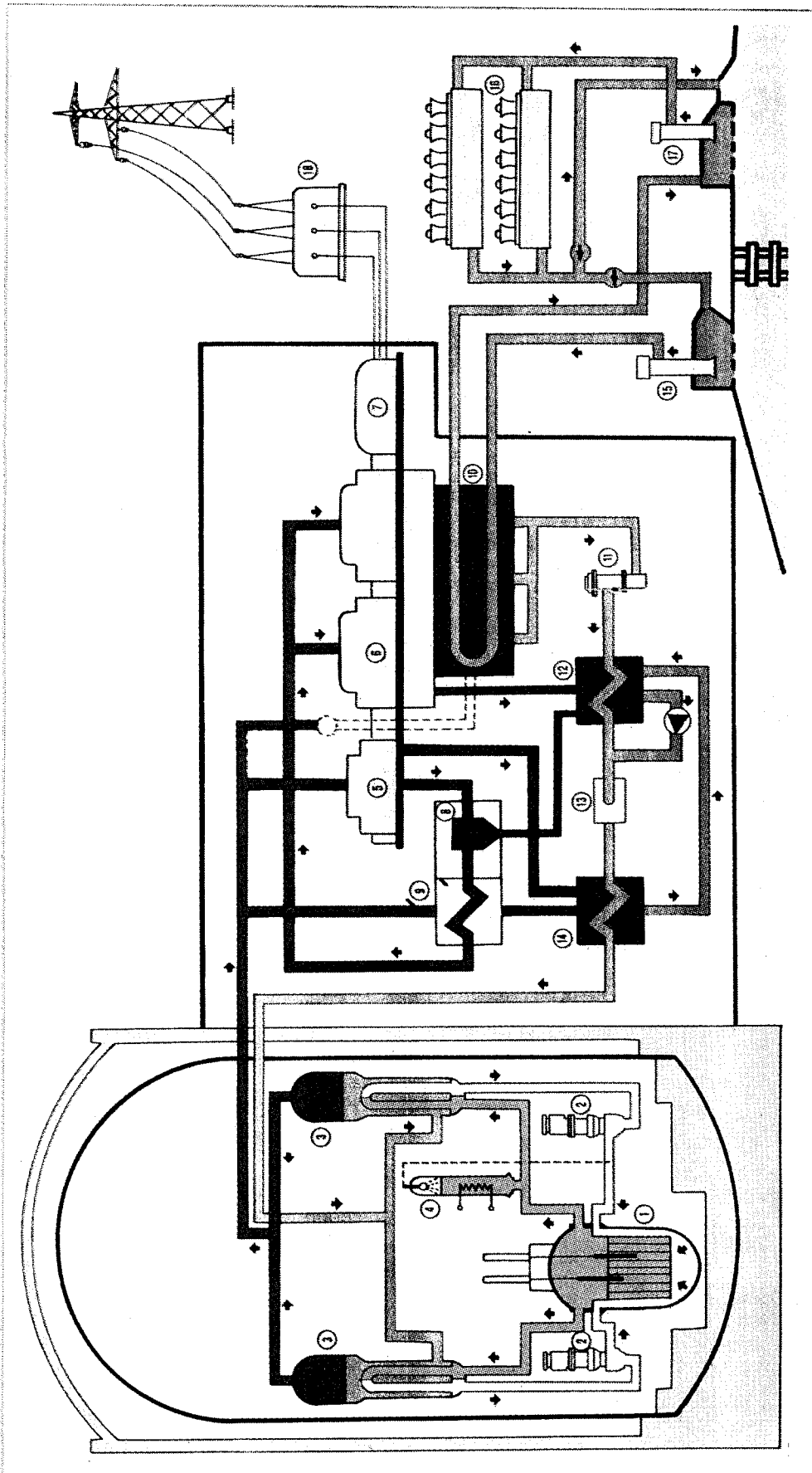
Net produced energy: 4.403,528 MWh

Razpoložljivost (Availability Factor): 84.49%

Izkoristek (Capacity Factor): 81.08%



1. Nadaljevanje remonta "93/94"
2. Sanacija puščanja hidravličnega olja pri zapornem ventilu št. 3 na visokotlačnem delu turbine.
3. Zaustavitev elektrarne - puščanje na Instrumentacijskih linijah na tlačniku.
4. Čiščenje kondenzatorja in testiranje turbinskih ventilov.
5. Delo na čistilnih sistemih kondenzatorja in testiranje turbinskih ventilov.
6. Izpad elektrarne zaradi delovanja generatorske zaščite.
7. Remont "94".
8. Ročni trip turbine - testiranje turbinske zaščite.



SHEMA ELEKTRARNE

1. Reaktor
2. Reaktorski črpalke
3. Uparjalnika
4. Tlačnik
5. Visokotlačni del turbine
6. Nizkotlačni del turbine
7. Generator električnega toka
8. Ločevalnik pare
9. Predgrelnik pare
10. Kondenzatorji
11. Črpalka kondenzata
12. Nizkotlačni predgrelnik
13. Napajalne črpalke
14. Visokotlačni predgrelnik
15. Črpalka hladilne vode
16. Hladilne celice
17. Črpalke hladilnih celic
18. Transformator

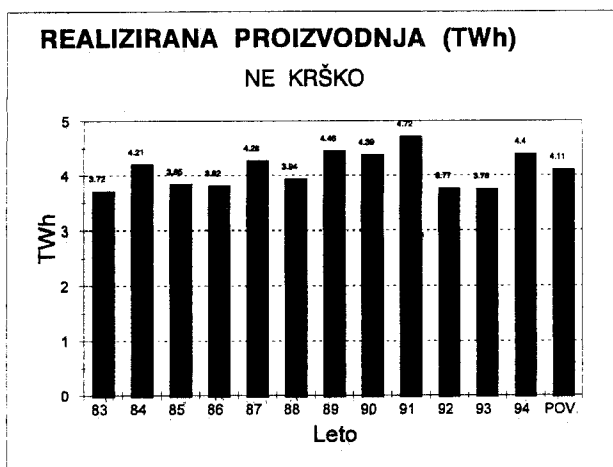
Slika 9: Izkoriščenost



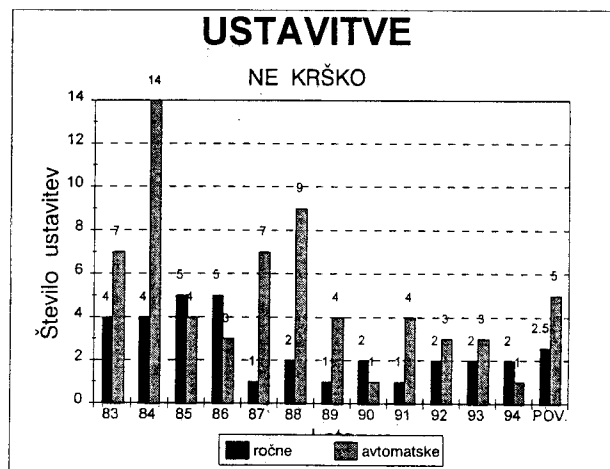
Slika 10: Razpoložljivost



Slika 11: Neto proizvodnja

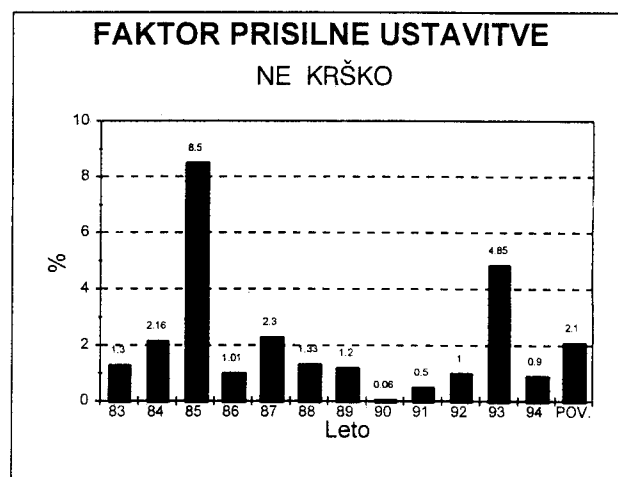


Slika 12: Ustavitve



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.

Slika 13: Faktor prisilne ustavitve



Slika 14: Število poročil o izrednih dogodkih



3.1.2. Ustavitve in zmanjšanja moči reaktorja

Tabela 4 prikazuje datum in čas trajanja za dogodke, zaradi

Tabela 4: Načrtovane in nenačrtovane ustavitve NE Krško in zmanjšanja moči reaktorja v letu 1994 za več kot 10% instalirane moči za čas, ki je daljši od 4 ur

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

Datum	Trajanje (h)	Vrsta	Vzroki in pripombe
1.1. *	280.3	Planirana,* ročna	Remont 93/94 (začetek remonta 18.12.1993)
21.1.	1	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 80% zaradi vzdrževalnih del na zapornem ventilu visokotlačne turbine.
20.2.	4	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 90% zaradi testiranja turbinskih ventilov.
10.3.	45.1	Prisilna, ročna	Zaustavitev zaradi sanacije puščanja na instrumentacijskih linijah pri tlačniku.
9.4.	15	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 70% zaradi vzdrževalnih del na kondenzatorju in testiranja turbinskih ventilov.
13.5.	34	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 75% zaradi vzdrževalnih del na kondenzatorju in testiranja turbinskih ventilov.
12.6.	8	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 90% zaradi testa turbinskih ventilov.
14.7.	33.6	Prisilna, avtomatska	Avtomatska zaustavitev zaradi aktivacije generatorske zaščite.
19.8.	999.8	Planirana, ročna	Remont 94 - pregled cevi uparjalnikov.
6.11.	15	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 77% zaradi testiranja turbinskih ventilov.
4.12.	20	Planirana, ročna	Zmanjšanje moči na 77% zaradi testiranja turbinskih ventilov.

* Ustavitev opravljena v letu 1993

3.1.3. Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila

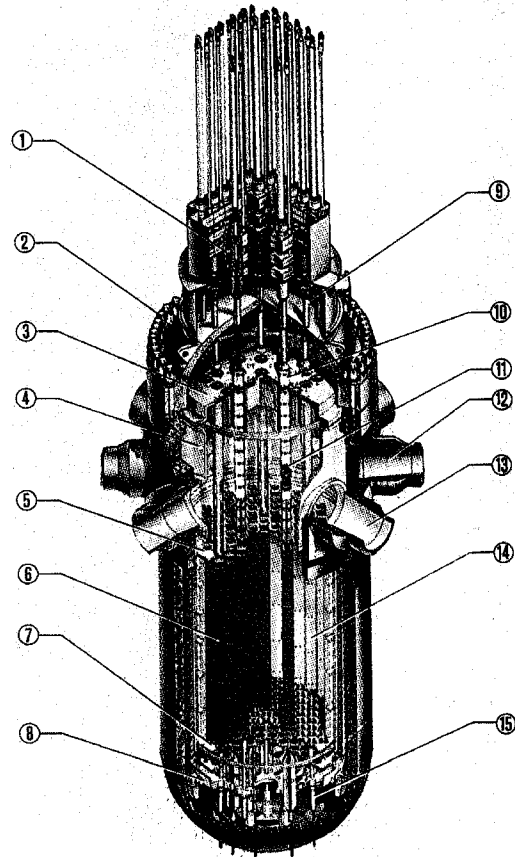
Obdobje med dvema polnjenjema reaktorja z gorivom se imenuje gorivni cikel. Leto 1994 zajema obdobje 11. gorivnega cikla, ki je trajal od 12. januarja 1994 in bo predvidoma trajalo do aprila 1995. V sredini leta 1994 je bila planirana zaustavitev elektrarne zaradi letnega remonta. Sredico reak-

torja je sestavljalo gorivo standardnega tipa 16x16 z Vantage 5 lastnostmi in z obogatitvijo 4.3% U-235, ki ga je izdelal Westinghouse.

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

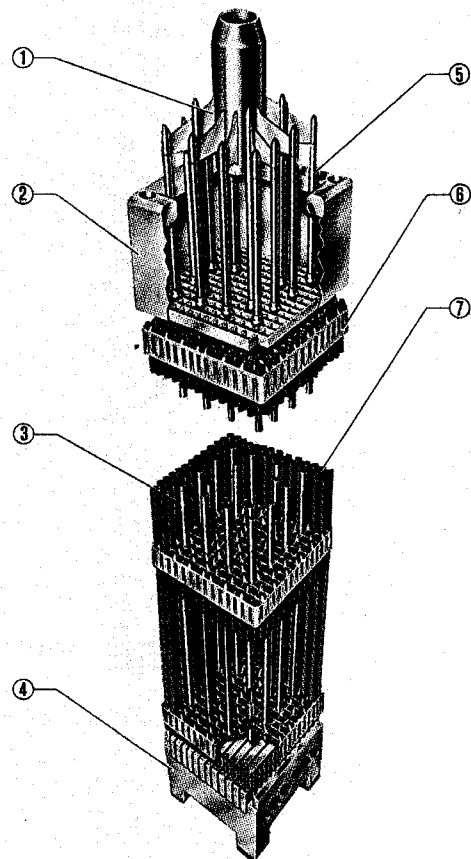
Slika št. 15: Reaktorska posoda s tremi hladilnimi zankami (NE Krško ima dve)

1. Pogonski mehanizem regulacijskega svežnja
2. Glava reaktorske posode
3. Zgornja oporna plošča
4. Plašč sredice
5. Zgornja plošča sredice
6. Gorivni elementi
7. Spodnja nosilna plošča sredice
8. Oporno dno
9. Toplotna ovojnica
10. Vodilo regulacijskega svežnja
11. Dvižni drog regulacijskega svežnja
12. Vstopna šoba
13. Izstopna šoba
14. Delilnik pretoka
15. Vodila za instrumentacijo



Slika št. 16: Gorivni element

1. Regulacijski sveženj
2. Zgornja šoba
3. Vodilo absorpcijske palice
4. Spodnja šoba
5. Distančna rešetka
6. Gorivna palica



določenih izotopov se merijo tako med stabilnim obratovanjem, kot tudi med prehodnimi pojavi. V NE Krško analizirajo v primarnem hladilu naslednje izotope: ksenon 133, 135 in 138; kripton 85, 87 in 88 (kazalci poškodb v gorivu); jod 131 in 133 (kazalca poškodb in njene stopnje v gorivu), jod 134 (kazalec prisotnosti urana v hladilu), jod 135, cezij 134 in 137 (kazalca izgorelosti poškodovanega goriva). Pogostnost merjenja teh izotopov je vsaj enkrat dnevno, pri spremembah obratovalnih parametrov (dvig, spust moči reaktorja), pa vsaj na vsake 4 ure.

Za oceno tipa in obsega poškodb je spremljana koncentracija joda 131, njegovo razmerje z jodom 133, razmerje izotopov Cs, obnašanje specifične aktivnosti jodov in ksenonov v odvisnosti od časa in moči reaktorja, ter aktivnost joda 134. Medtem ko je aktivnost joda 131 indikator obsega poškodb v sredici, pa je zaradi različnih razpolovnih časov razmerje jod-131/jod-133 zelo dober indikator velikosti oziroma tipa poškodb. Difuzijski čas za dan izotop je funkcija velikosti poškodbe, zato lahko pri sorazmerno majhnih poškodbah pričakujemo manjše koncentracije izotopa 133 in veliko razmerje omenjenih izotopov. Jod 134 je zaradi kratkega razpolovnega časa indikator kontaminacije primarnega kroga. Njegova koncentracija se uporablja kot korekcija aktivnosti zaradi kontaminacije v krogu za druge izotope. Iz razmerja

Tabela 5: Izotopska sestava in aktivnost primarnega hladila za 7., 8., 9., 10. in 11. cikel.

IZOTOP	AKTIVNOST (GBq/m ³)					
	cikel 7	cikel 8	cikel 9	cikel 10	cikel 11	
					stabilni pogoji	vse meritve
I - 131	0.08	0.03	0.101	0.111	0.201	1.495
I - 133	0.55	0.34	0.254	1.095	0.647	1.491
I - 134	2.22	1.22	0.681	0.618	1.557	1.543
Xe - 133	23.3	7.40	16.835	6.105	9.213	13.32
Xe - 135	2.96	0.89	5.809	3.200	5.957	5.402
Xe - 138	0.93	0.52	0.906	0.414	2.364	2.312
Kr - 85m	1.11	0.26	1.539	0.733	1.050	1.061
Kr - 87	0.48	0.19	0.928	0.474	1.165	1.121
Kr - 88	1.11	0.32	2.361	1.125	2.234	2.356

Podatki so povzeti iz letnega poročila NE Krško za leto 1994.

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 polnitev in še za eno celo reaktorsko sredico (121 gorivnih elementov). Prostor za eno reaktorsko sredico mora biti vedno na razpolago, če bi bilo treba iz kakršnegakoli razloga izprazniti reaktorsko posodo.

izotopov cezija lahko določimo v kateri gorivni regiji je poškodovan element. Oba izotopa sta odvisna od izgorelosti goriva in njun delež v gorivu raste z fluksom termalnih nevtronov, ki mu je gorivni element izpostavljen.

Iz poteka specifičnih aktivnosti joda v letu 1994 je mogoče sklepati na prisotnost poškodb na gorivnih palicah v reaktorju 11. ciklusa. Nivoji aktivnosti izotopov joda so naraščali, poškodbe pa so bile v glavnem kategorizirane kot mešanica odprtega in več manjših defektov na srajčkah. Že na začetku ciklusa je analiza povišanih aktivnosti jodov pokazala, da imamo poškodbo goriva odprtega tipa, ki je prenešana iz predhodnega cikla. Da gre za odprt defekt, s kontaktom hladila in uranovega oksida, se je sredi leta potrdilo v povečanem razmerju I-133 in Xe-133, detektirani pa so bili tudi Np-239, Zr-95 in Nb-97.

Rezultati analiz tekom leta 1994 kažejo na kontinuirano slabšanje integritete goriva 11. ciklusa.

Faktor zanesljivosti goriva (Fuel Reliability Indicator – FRI) je merilo zanesljivosti goriva, ki se uporablja tudi za primerjavo z drugimi reaktorji v svetu. Povprečna vrednost FRI v letu 1994 je znašala 0.281 GBq/m³.

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 in zato postopoma prehaja na daljši gorilni cikel) in izkoristek bazena za izrabljeno gorivo (manjše razdalje med stojali), se bo zmogljivost bazena povečala in zadostovala predvidoma do leta 2004.

Število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za iztrošeno gorivo je 406 in je nespremenjeno od leta 1993, ko je bila zadnja menjava goriva.

Tabela 6: Evidenca gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo

Leto	Število izrabljenih gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo, kumulativno po letih	Letni prirastek
1983	40	40
1984	82	42
1985	122	40
1986	154	32
1987	194	40
1988	226	32
1989	266	40
1990	314	48
1991	314	0
1992	358	44
1993	406	48
1994	406	0

3.1.5 Radioaktivni odpadki

Pri obratovanju, med opravljanjem vzdrževalnih del, popravil in čiščenja v nadzorovanem delu elektrarne nastajajo nizko- in srednjeradioaktivni odpadki, ki jih je potrebno odstraniti in nato vskladiščiti, da se ohrani elektrarno radiološko »čisto«, in so delavci v elektrarni izpostavljeni čim šibkejšemu sevanju. Poleg tega radioaktivni odpadki nastajajo tudi med čiščenjem plinastih in tekočih odpadnih snovi iz elektrarne ter primarnega hladila. Vsi ti odpadki so razvrščeni v kategorijo nizko in srednje radioaktivni odpadki z nizko količino sevalcev alfa.

Vsi v elektrarni nastali radioaktivni odpadki se ob nastanku

shranjujejo v 200 litrske sode, in sicer:

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

V letu 1994 so vskladiščili v skladišče nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) 284 sodov s skupno aktivnostjo 624 GBq.

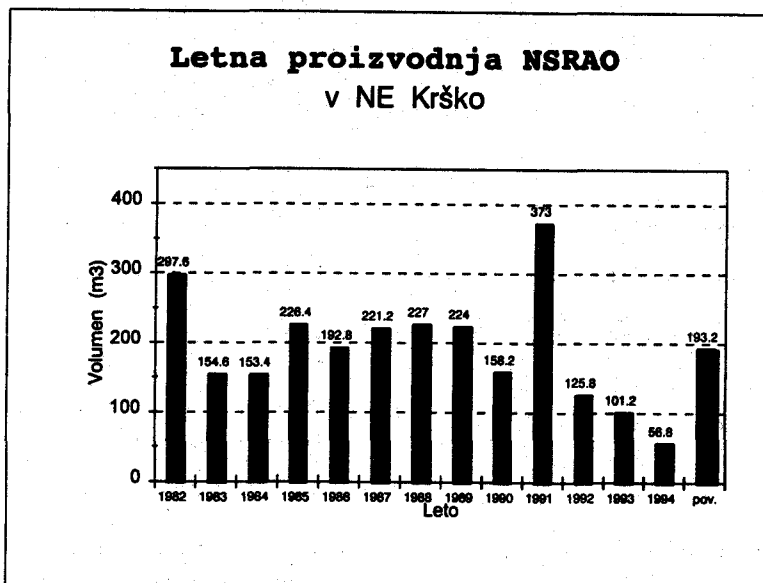
V letu 1994 so bili v skladišču NEK vskladiščeni sledeči nizko in srednjeaktivni odpadki:

Vrsta odpadkov Število sodov Aktivnost (GBq)

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (GBq)
EB	133	137
CW	132	101.5
F	19	385.5
Skupaj	284	624

Vzrok za majhno število sodov in nizko aktivnost je, da v letu 1994 v NEK niso menjali jedrskega goriva in da niso proizvedli nobenega sode z izrabljenimi ionskimi izmenjevalci.

Slika 17: Proizvodnja nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov (NSRAO) v letih od 1982 do 1994



V dosedanjem obratovanju elektrarne se je do 31.12.1994 nabralo 1932 m³ odpadkov v sodih (slika 17 in tabela 7). Specifična aktivnost odpadkov znaša od 1 do 235 GBq/m³, kar jih razvršča v skupino srednje radioaktivnih odpadkov

s sevalci beta in gama (Ur. list SFRJ, -t.40/86). V tabeli 7 so podani vrsta, količina, aktivnost, volumen in specifična aktivnost odpadkov.

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

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (GBq)	Prostornina (m ³)	Specifična aktivnost (GBq/m ³)
SR	952	44680	190,4	235
CW	1116	962	223,2	4
EB	6739	8934	1347,8	7
F	125	2497	25,0	100
O	111	20	22,2	1
SC	617	531	123,4	4
skupaj	9660	57624	1932	30

Vrsta odpadkov:
 SR – izrabljeni ionski izmenjevalci
 CW – stisljivi odpadki
 EB – koncentrat izparilnika
 F – filtri
 O – drugi odpadki
 SC – stisnjeni odpadki

Tabela 8: Letna proizvodnja NSRAO v NEK (kumulativno 200-literskih sodov po letih, 1982–1994)

Vrsta NSRAO	CW	EB	O	SR	F	SC	SKUPAJ	LETNI PRIRASTEK
1982 ^B	105	1361	10	4	8	0	1488	1488
1983	263	1959	27	4	8	0	773	2261
1984	388	2488	100	44	8	0	3028	767
1985	648	2977	152	350	33	0	4160	1132
1986	998	3369	204	499	54	0	5124	964
1987	1220	4044	205	704	57	0	6230	1106
1988	67	4696	103	719	65	536	6213	1135 ^A
1989	311	5210	108	766	65	617	7077	1120*
1990	491	5732	111	831	86	617	7868	791
1991	585	6011	111	831	86	617	8241	373
1992	792	6393	111	870	87	617	8870	629
1993	984	6606	111	952	106	617	9376	506
1994	1116	6739	111	952	125	617	9660	284

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

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

opomba B: V leto 1982 so vključeni trije sodi EB tipa odpadkov iz leta 1981 z aktivnostjo 8.244 E+07 Bq.

Leta 1993 je Republiška uprava za jedrsko varnost izdala NEK dovoljenje za izvedbo superkompaktiranja sodov z NSRAO odpadki. Postopek superkompaktiranja oz. dodatnega stiskanja odpadkov se uporablja za zmanjšanje volumna teh odpadkov in sicer v povprečju 40% za stisljive odpadke (CW). Tako dodatno stisnjeni sodi z odpadki se nato vložijo v posebne cevaste jeklene sode (tube type container – TTC), ki so visoki 2700 mm, z notranjim premerom 660 mm (prostornina 922 litrov) in debelino stene 2 mm. TTC sodi (overpack-i) so še dodatno ojačani z jeklenim obročem na zgornji polovici, premazani z antikoroziivnim premazom in ustrezno testirani kot predpisuje MAAE. V skladišču NSRAO se TTC sodi shranjujejo v navpičnem položaju v dveh etažah, ki sta med seboj ločeni s ploščo. TTC sodi so protipotresno zavarovani z l-nosilci, ki so v skladišču NSRAO v NEK vpeti med stenami na koncu vsake celice.

Postopek superkompaktiranja sodov bo brez nedovoljenih radioloških obremenitev za okolje povečal razpoložljivi pro-

stor v začasnem skladišču nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov na lokaciji NE Krško. Superkompaktiranje se izvaja z mobilnim superkompaktorjem firme Westinghouse in bo predvidoma končano koncem leta 1995.

Operacija superkompaktiranja se je začela 4.11.1994. Po pogodbi SA-0576/3058 sklenjeni z Westinghouseom je bilo predvideno, da se stisne 6806 sodov s solidificiranimi goščami izparilnika (EB) in 1134 sode s stisljivimi odpadki (CW) v 132 delovnih dnevih. Zaradi okvare na hidravličnem sistemu superkompaktorja, ki se je zgodila 20.12.1994, in popravila, ki je trajalo do 24.03.1995, pričakujemo konec operacije v novembru 1995.

V letu 1994 je bilo stisnjeno 303 sodov (CW) in pospravljeno v 40 TTC-jev s povprečjem 7.57 sodov po TTC-ju. Brez stiskanja je bilo v 45 TTC-jev vloženih 135 komadov 200 litrskih sodov z izrabljenimi ionskimi izmenjevalci (SR) in filtri (F). Pred stiskanjem se 200 litrski sodi merijo s segmentnim gama spektrometrom WAS-1 firme Canberra. Meritve dajo aktivnost in specifično aktivnost glavnih radioizotopov, za sod pa maksimalno in srednjo jakost sevanja. Po zaključku superkompaktiranja bo narejen pregled novega stanja (bilanca sodov s podatki o aktivnostih in vrstah odpadkov) v skladišču.

Podatki o superkompaktiranju nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov v NE Krško v letu 1994 so podani v Tabeli 9.

Tabela št. 9: Superkompaktiranje NSRAO v NE Krško do 31.12.1994

Vrsta odpadkov	Število superkompaktiranih (stisnjenih) sodov	Število nabornjenih PTC sodov	Razmerje števila sodov
CW	303	40	7,58
EB	1	0	0,0
SR/F	135	45	3,0
Skupaj	439	85	5,16

Vir: Poročilo o skladiščenju trdnih radioaktivnih odpadkov na dan 31. 12. 1994 – dopis NEK, KM-1/553 z dne 12.1. 1995

3.1.6. Doze delavcev

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

Povprečna izpostavljenost sevanju delavcev v jedrski elektrarni je nizka. V letu 1994 je bila povprečna efektivna doza delavca 1,11 μ Sv, kar je približno 2% predpisane mejne vrednosti za delavce, ki delajo v področju ionizirajočih sevanj (Pravilnik o mejah, ki jih ne sme presegati sevanje, kateremu so izpostavljeni prebivalstvo in tisti, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj, o merjenju stopnje izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem oseb, ki delajo z viri teh sevanj in o preskušanju kontaminacije delovnega okolja, Uradni list SFRJ št. 31/1989), oz 5% po novejših priporočil ICRP.

Povprečna efektivna doza delavcev iz elektrarne je bila 0,64 μ Sv, za zunanje delavce pa 1,43 μ Sv. Večji del doze so delavci prejeli med remontom elektrarne. V letu 1994 sprejete povprečne efektivne doze v NEK so manjše od povprečne doze za PWR reaktorje v svetu, to je 2,5 μ Sv (UNSCEAR 1993).

Najvišja efektivna doza, ki jo je v letu 1994 prejel pri delu v NE Krško delavec NEK, je bila 4,19 μ Sv, zunanji pogodbeni delavec pa 10,7 μ Sv.

Tabela 10 prikazuje porazdelitev efektivnih doz delavcev v NE Krško. Efektivno dozo, večjo od 5 μ Sv, ni prejel nihče od delavcev iz NE Krško. Od zunanjih delavcev (pogodbena dela)

je efektivno dozo nad 5 μ Sv prejelo 34 delavcev in to pri rednem vzdrževanju.

Tabela 11 prikazuje kolektivno efektivno dozo v NE Krško glede na dejavnosti za vse delavce. Iz nje vidimo, da so sevanju najbolj izpostavljeni delavci vzdrževanja. Skoraj 90% celoletne doze prejmejo v času remonta.

Iz tabele 12 vidimo, da je bila izračunana kolektivna efektivna doza za vse delavce, ki so delali v NEK v letu 1994, 0,844 μ človekSv, kar je za polovico manj kot v letu 1993 in manj, kot je povprečna vrednost za celotno obdobje obratovanja NEK. Zmanjšanje gre predvsem na račun 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 skrajša, nadzor radioaktivnosti v primarnem sistemu, ...). Kolektivna doza za osebje NEK je bila le 0,202 μ človekSv, za izvajalce pogodbenih del in delavce glavnega dobavitelja opreme pa 0,642 μ človekSv. Večji del doze so delavci sprejeli ob izvajanju remonta.

V letu 1994 izračunana kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene neto električne energije (v letu 1994 je NEK proizvedla 0,526 GWlet) je 1,60 μ človekSv/GWlet, kar je več kot za polovico manj kot leta 1993 (3,89 μ človekSv/GWlet). Če to vrednost primerjamo s povprečno vrednostjo 4,3 μ človekSv/GWlet za PWR reaktorje v svetu (isti tip reaktorja, kot je v NEK) vidimo, da je obsevanost delavcev manjša od povprečja (UNSCEAR 1993). Pravtako je kolektivna efektivna doza na enoto proizvedene električne energije v NEK manjša, kot je povprečje za Združene države Amerike, to je 6,02 μ človekSv/GWlet. Porazdelitev prejetih efektivnih doz v NE Krško v letih 1981 do 1994 je prikazana na sliki 18.

Tabela 10: Porazdelitev efektivnih doz za vse delavce, ki so delali v NE Krško v vseh letih obratovanja

leto	Razpon doz mSv/leto							Štev. delavcev skupaj
	0 - 1	1 - 5	5 - 10	10-15	15-20	20-25	nad25	
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

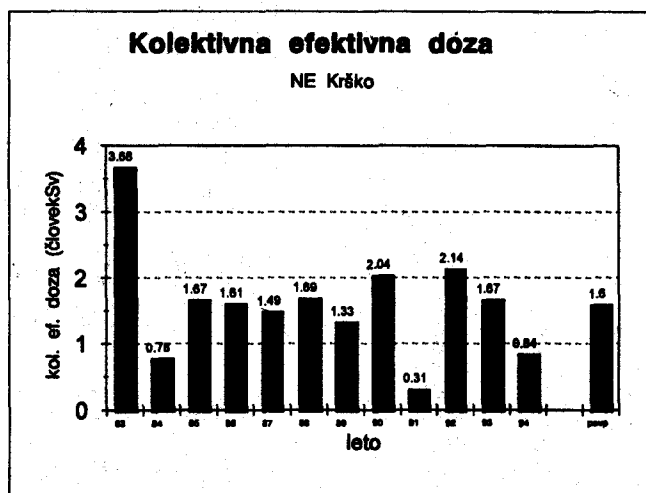
Tabela 11: Kolektivna efektivna doza sevanja za osebe v NE Krško v letu 1994 glede na dejavnost in osebe.

Opravlila/osebje	Kolektivna efektivna doza za osebe (človekSv)		
	NEK	glavnega dobavitelja opreme	ostali
Obratovanje reaktorja			
Redno vzdrževanje	0,180		0,606
Izredno vzdrževanje			
Predelava radioakt. odpadkov	0,022	0,001	0,036
Polnjenje reaktorja z gorivom			
Skupaj	0,202	0,001	0,642

Tabela 12: Kolektivna in povprečna efektivna doza za delavce v 1993

	Kolekt. efekt. doza (človekSv)	Štev. delavcev	Povprečna doza (mSv)
NEK	0,202	314	0,64
Zunanji	0,642	449	1,43
Skupaj	0,844	763	1,11

Slika 18: Sprejete kolektivne efektivne doze za vse delavce v NE Krško



3.1.7 Uparjalnika

Uparjalnik služi za prenos toplote iz primarnega v sekundarno hladilo in proizvodnjo pare za pogon glavne turbine.

Jedrska elektrarna Krško ima dva uparjalnika z vertikalnimi U-cevmi, ki tvorita skupaj s cevno steno, v katero so U-cevi vgrajene (uvaljane), mejo med primarnim in sekundarnim hladilom. Zaradi velike površine U-cevi zajema uparjalnik več kot polovico meje primarnega hladila, ki je izpostavljena visokim razlikam v tlaku. V primeru, da bi prišlo do preloma ali močnega puščanja ene ali več U-cevi, bi to pomenilo povečanje radioaktivnosti sekundarnega hladila in tudi nevarnost izpusta radioaktivnosti v okolje.

Metode medobratovalnega pregleda uparjalnikov (In Service Inspection) se iz leta v leto izboljšujejo, vendar ima sam medobratovalni pregled uparjalnikov in pa korektivne akcije na uparjalnikih po pregledu uparjalnikov največji doprinos k prejeti kolektivni efektivni dozi delavcev NE Krško in zunanjih izvajalcev. Zaradi velikih stroškov medobratovalnih pregledov, velikega deleža kolektivne efektivne doze pri teh pregledih in verjetne redukcije moči elektrarne pri večjih začetjenostih uparjalnikov, so se v nekaterih elektrarnah že odločili za zamenjavo uparjalnikov. Pri zamenjavi pa lahko dosežemo z ustrežno izvedbo tudi povečanje moči elektrarne glede na prvotno zasnovo, če to dopuščajo ostali sistemi in komponente in ponovljene varnostne analize. V 20 elektrarnah so jih že zamenjali, sledijo še druge, med katerimi bi morala biti v kratkem tudi NE Krško, saj sicer lahko v kratkem pričakujemo znižanje moči.

Zlom U-cevi uparjalnika se upošteva tudi kot začetni dogodek (Initial Event) pri verjetnostni analizi (Probabilistic Safety Assessment) o poškodbah oziroma talitvi reaktorske sredice.

Osnovni kriteriji ocenjevanja poškodb cevi uparjalnika so bili postavljeni v začetku leta 1970. Osnova teh kriterijev je, da poškodba v globino materiala večja od 40% debeline stene cevi, ni sprejemljiva in je potrebno cev s tako indikacijo izločiti iz obratovanja. Na osnovi dvajsetletnih izkušenj in z uvedbo novih metod medobratovalnih pregledov uparjalnikov in kriterija »Leak before break« smo dobili zanesljivejša orodja za ovrednotenje stanja uparjalnika. Najpogostejše poškodbe U-cevi nastanejo zaradi napetostne korozije. Z odpravo zaostalih napetosti na mestih uvaljanja (prehod iz uvaljanega v nedeformiran del cevi) in na mestih velikih deformacij v zavojih z najmanjšimi premeri, predvsem pa s primerno kemijo, se rast razpok (degradacija cevi) lahko upočasni.

S tehničnimi specifikacijami elektrarne je omejeno puščanje hladila iz primarne na sekundarno stran in mejna specifična aktivnost primarnega in sekundarnega hladila. Zaradi tega so izpusti v okolje pri normalnem obratovanju daleč pod dovoljenimi.

Pri določanju novih kriterijev sprejemljivosti poškodb U-cevi so upoštevali, da so obodne razpoke nevarnejše in so zato pri teh ostali pri prvotnih kriterijih, za vzdolžne razpoke v cevi, pa je v kriterijih bistvena dolžina razpoke.

Pri medobratovalnem pregledu U-cevi uparjalnika se skoraj izključno uporablja metoda vrtnčnih tokov (Eddy Current Testing – ECT), večfrekvenčna analiza z dvema tipoma sond (kompaktna – Bobbin-Coil, rotirajoča – MRPC-Coil) in redkeje ultrazvočni pregled cevi uparjalnikov.

Osnovna tehnika sanacije uparjalnikov je čepljenje cevi uparjalnika s čepi, kar pa ima za posledico že omenjeno zmanjša-

nje površine za prenos toplote. Danes se večinoma vgrajujejo čepi, ki jih je po potrebi možno odstraniti. V nekaterih primerih se vgradijo čepi, ki so zavarjeni v cevno steno uparjalnika.

Zaradi omejitve števila čepov v uparjalniku se je uveljavila nova tehnologija sanacije z vgradnjo tulcev v poškodovane U-cevi uparjalnika. Tulcec, ki ima zunanji premer toliko manjši, da se ga lahko vgradi v prvotno cev uparjalnika, se v glavnem vgrajuje v področju prehoda U-cevi iz cevne stene ali pa v področje prve podporne plošče U-cevi. Ta tulcec tudi predstavlja novo tlačno mejo. Danes je v svetu na ta način saniranih že čez 60000 cevi v uparjalnikih, vgradnja tulcev pa se nadaljuje, saj se na ta način lahko zmanjša število vgrajenih čepov in s tem ohranja število začepljenih cevi pod dopustno mejo.

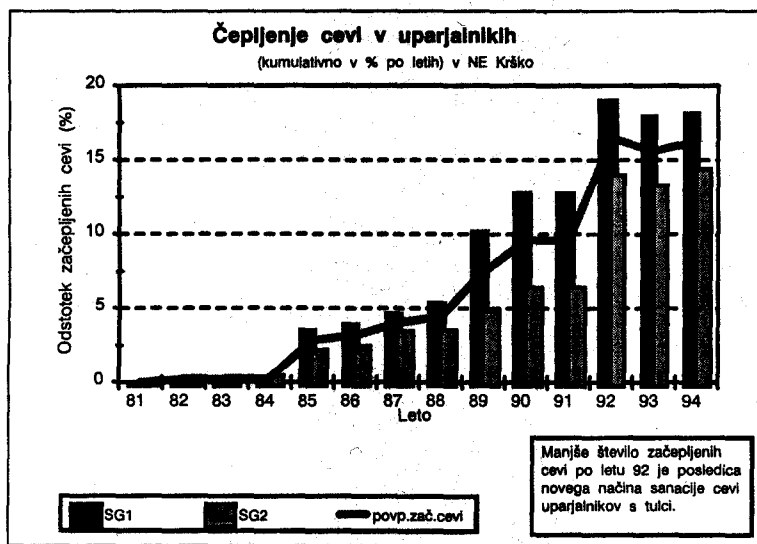
Zamenjava uparjalnikov je že normalna zadeva v jedrskih elektrarnah (tabela 14). Izkušnje kažejo, da večina uparjalnikov ne bo vzdržala predvidene življenjske dobe, zato se že rutinsko menjajo.

Za zamenjavo uparjalnikov se danes odloča predvsem zaradi dveh razlogov:

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

Jedrska elektrarna Krško ima enake težave kot elektrarne v svetu, ki imajo podobne uparjalnike. Povprečna začepjenost cevi na obeh uparjalnikih skupaj v letu 1992 je bila 16,49% oz. v uparjalniku št. 1 je bilo začepljenih 19,02% (868) cevi in v uparjalniku št. 2 13,97% (639) cevi. Po izrednem remontu poleti 1993 pa je bila povprečna začepjenost cevi v obeh uparjalnikih 15,68% oz. v uparjalniku št. 1 je bilo začepljenih 17,95% (820) cevi in vgrajenih 166 tulcev, kar nam da skupno začepjenost uparjalnika št. 1 18,04%, in v uparjalniku št. 2 13,31% (609) cevi. Manjše število začepljenih cevi po remontu poleti 1993 je posledica nove tehnologije sanacije poškodovanih cevi in nekaterih predhodno začepljenih cevi

Slika št. 18: Čepljenje cevi uparjalnikov NE Krško



med tem remontom s pomočjo vgrajenih tulcev (Sleeving). Varnostne analize opravljene za 18% povprečno začepjenost cevi obeh uparjalnikov pa dovoljujejo največ 5% razliko v številu začepljenih cevi med obema uparjalnikoma (asimetrija). Po remontu v letu 1994 se je število začepljenih cevi na obeh uparjalnikih zopet nekoliko povečalo in znaša ob koncu leta 1994 povprečno 16,31%. Uparjalnik št. 1 ima začepljenih 18,13% (828) cevi in vgrajenih 158 tulcev, uparjalnik št. 2 pa 14,40% (659). 18% povprečna začepjenost ni presežena, zato elektrarna še lahko obratuje s polno močjo.

Počasnejši trend degradacijskih procesov (velikost izmerjenih indikatorjev je v povprečju za 20% manjša kot pri prejšnjem remontu) in s tem čepjenja cevi v zadnjem času v NEK gre pripisati predvsem naslednjim faktorjem:

a) Spremembi kemijske sestave sekundarne vode (dvig pH vrednosti na 9,8), ki je bila mogoča šele po zamenjavi bakrenih snopov cevi kondenzatorja, ki so narejeni iz drugačnega materiala (1993) in pred tem še podobno zamenjavo v pregrevalnikih pare (MSR).

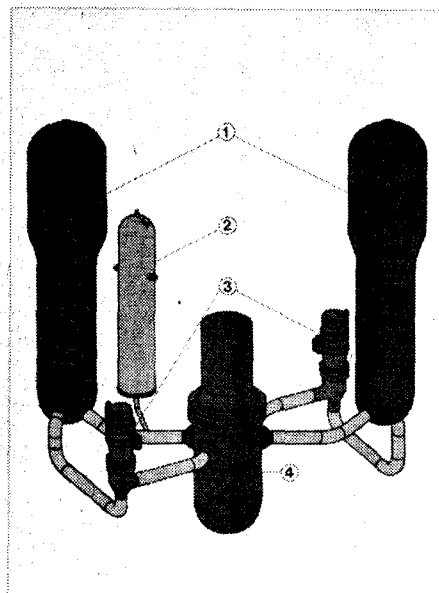
b) Uvajanju sanacije poškodovanih cevi in že predhodno začepljenih cevi s pomočjo tulcev, kar tudi dodatno prispeva k počasnejšemu trendu čepjenja cevi. Zaradi tega posega imamo v letu 1993 manjše število začepljenih cevi v uparjalniku št. 1 kakor v letu 1992, kar je tudi jasno razvidno iz diagrama, slika 18.

c) Reaktivacija začepljenih cevi, ki so imele ob ponovnem pregledu indikacije poškodb manjše od novih kriterijev čepjenja. Kriterij za čepjenje cevi se določa na podlagi svetovne prakse in opravljenih analiz rezultatov medobratovnih pregledov.

Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost meni, da je uparjalnike potrebno čimprej zamenjati zato, ker:

- ▶ število začepljenih cevi narašča in se približuje veljavni dopustni meji varnega obratovanja s polno močjo,
- ▶ vsakoletna sanacijska dela na uparjalnikih bistveno prispevajo k prejeti dozi delavcev, dolžini remonta in stroškom,
- ▶ je dobavni rok za nove uparjalnike, potrebne varnostne analize in upravni postopek 3 leta ali več.

Slika št. 19: Reaktorski hladilni sistem



1. Uparjalnika
2. Tlačnik
3. Črpani
4. Reaktor

Tabela št. 13: 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	0.088	17	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	13.97
1993	820	17.95	608	13.31
1994	828	18.13	659	14.40

Tabela št. 14: Zamenjava uparjalnikov (1979–1994)

Jedrsko elektrarna	Leto zamenjave	Število uparjalnikov	Čas remonta (dni)	Prejeta doza (človekSv)
Surry 2	1979	3	303	21.4
Surry 1	1980	3	209	17.6
Turkey Point 3	1981	3	210	21.5
Obrigheim	1983	2	74	6.9
Point Beach 1	1983	2	117	5.9
Robinson 2	1984	3	225	12.1
Cook 2	1988	4	202	5.6
Ringhals 2	1989	3	72	32.9
Indian Point 3	1989	4	105	5.4
Dampierre 1	1990	3	70	2.1
Palisades	1990	3	121	4.9
Millstone 2	1992	3	192	6.7
Beznau 1	1993	2	44	1.1
North Anna 1	1993	3	51	2.4
Doel 3	1993	3		2
Bugey 5	1993	3	37	1.6
Gravelines 1	1994	3		
Mihama 2	1993/94	2		
Takahama 2	1994	2		

Od leta 1991, je bilo v ruskih jedrskih elektrarnah tipa WWER-1000 zamenjanih 23 uparjalnikov vendar ni natančnejših podatkov.

Status uparjalnikov (SG) po remontu 1994

Status po izrednem remontu 1993:	SG št.	1 SG št. 2
absolutno začepljene cevi:	820(17,95%)	608(13,31%)
začepljenost z upoštevanimi tulci:	824(18,04%)	-
povprečna začepljenost:	15,68%	-
vgrajenih tulcev:	166	-

Aktivnosti med remontom 1994:

* skupno začepljeno na osnovi rezultatov ECT:	79	50
od tega cevi z vgrajenimi tulci:	8	-
zamenjani Westinghouse čepi po zahtevi NRC:	4	6
** odčepljenih cevi z Westinghouse čepi:	22	-
*** odčepljenih cevi z ABB čepi:	49	-

Status po remontu 1994:	SG št. 1	SG št. 2
absolutno začepljene cevi:	828(18,13%)	659(14,40%)
začepljenost z upoštevanimi tulci:	832(18,21%)	-
povprečna začepljenost:	16,31%	-
vgrajenih tulcev v obratovanju:	158	-

* na uparjalniku št. 1 je bilo začepljenih 8 cevi z vgrajenimi tulci. Od tega je bilo 5 cevi z indikacijami nad tulci, 3 cevi s tulci pa so bile začepljene preventivno

** vgrajeni Westinghouse čepi bi se po algoritmu morali zamenjati do leta 1998, vendar so bile cevi začepljene še pred uvedbo dolžinskega kriterija za vzdolžne razpoke

*** glede na EPRI smernice in boljšo računalniško obdelavo podatkov za indikacije pod podpornimi ploščami (Tube Support Plate)

Viri:

Draft Nuclear Safety Review 1995, IAEA, 1995-03-23
Letno poročilo 1994, NE Krško, februar 1995
Poročilo o remontu za pregled uparjalnikov 1994, NE Krško, november 1994

3.1.8. Modifikacije v NE Krško izvedene v letu 1994

A. Modifikacije začete, končane, v delu v letu 1994, za katere je URSJV izdal odločbo

1. Modifikacija 001-ER-S, »Meteorological System Upgrades«.

Modifikacija ima status NNSR in je v izvedbi. Predvideva spremembe v različnih meteoroloških meritvah, zamenjavo nekaterih instrumentov ter spremembe v komunikacijah in obliki podatkov.

2. Modifikacija 007-SS-L, »Post Accident Sampling System«.

Modifikacija ima status NSR in je instalirana. Vgrajen je sistem za vzorčenje in ugotavljanje različnih parametrov reaktorja v slučaju nezgode.

3. Modifikacija 009-VA-L, »Chlorine Monitoring System«.

Modifikacija ima status NSR in je instalirana. Vgrajen je sistem za merjenje Cl₂, CO in CO₂ v komandni sobi, TSC in OPC.

4. Modifikacija 011-SW-L, »SW-Strainer Modification Tapogge Replacement«.

Modifikacija ima status NSR in je končana. Zamenjava starega Tapogge filtrskega sistema z novim, seizmično kvalificiranim sistemom.

5. Modifikacija 015-AB-S, »Physical Protection-PARMS Wall«.

Modifikacija ima status NNSR in je končana. Na AB-100 je locirana oprema »PARMS« za ponezgodno vzorčenje efluentov. Narejen je bil tudi zaščitni zid.

6. Modifikacija 020-RP-L, »AMSAC«.

Modifikacija ima status NSR in je v izvedbi. AMSAC sistem omogoča neodvisno avtomatsko vključitev sistema pomožne napajalne vode (AFW) in izključitev turbine pod pogoji, značilnimi za prehodni pojav brez avtomatske ustavitve reaktorja (ATWS).

7. Modifikacija 026-FP-L, »Fire Detection Upgrade«.

Modifikacija ima status NNSR in je v razvoju. Instalacija dodatnih detektorjev v prostorih varnostnega razreda.

8. Modifikacija 032-SE-S, »Seismic Equipment Installation Low Earth Intensity Meas. Seismic«.

Modifikacija ima status NNSR in je končana. Vgrajen je merilni kanal za seizmiko.

9. Modifikacija 046-HC-L, »Containment H₂ Monitoring«.

Modifikacija ima status NSR in je v razvoju. Predvideva se vgradnja H₂ monitoringa.

10. Modifikacija 047-SI-L, »Containment Wide Range Pressure Monitoring«.

Modifikacija ima status NSR in je v razvoju. Predvideva vgradnjo širokopasovnega monitorja tlaka v zadrževalnem hramu.

11. Modifikacija 076-TZ-L, »Physical Security Systems«.

Modifikacija ima status NNSR in je v razvoju. Predvideva se zamenjava fizične nadzorne opreme varnostne ograje.

12. Modifikacija 085-RH-S, »Installations of Ammeters for RHR Pumps«.

Modifikacija ima status NSR. Številka modifikacije je dodeljena. Predvideva se vgradnja ampermetrov v krogih RHR črpalk za merjenje tokov.

B. Ostale modifikacije začete, končane in v delu v letu 1995

1. Modifikacija 002-WP-L, »Waste Evap Level Transmitter«.

Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva zamenjavo transmitterja v tanku za odpadke, ki ne bi bil podvržen blokiranju.

2. Modifikacija 003-WP-L, »Spent Resin Storage TNK Level«.

Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva zamenjavo transmitterja.

3. Modifikacija 005-EE-L, »Inverter Replacement«.

Modifikacija ima status NSR in je končana. Zamenjava inverterjev 1 in 2.

4. Modifikacija 006-FH-L, »Fuel Handling Machine Upgrades«.

Modifikacija ima status NNSR in je instalirana. Spremembe na napravi za menjavo goriva.

5. Modifikacija 010-CW-L, »Exchange Travelling Water Screens-CW System«.

Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Izvršena je zamenjava zanesljivejšega TWS sistema 1, 2, 5; sledita zamenjavi 3, 4.

6. Modifikacija 012-FW-S, »FW-Oil Pumps Alarm«.

Modifikacija je preklicana.

7. Modifikacija 016-DG-L, »Prelubrication of DG«.

Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva vgradnjo dodatnih črpalk, ki bi izboljšale cirkulacijo olja, kar bi povečalo tudi življenjsko dobo.

8. Modifikacija 017-SI-S, »SI Accumulator Discharge Valve Indicator Lights PWR Supply«. Modifikacija je preklicana.
9. Modifikacija 019-VA-S, »DP Across Filter«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva vgradnjo indikatorja skupnega delta P.
10. Modifikacija 021-WP-S, »WP & BR Pump Upgrades«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva ukrepe, ki bi odpravili prepogoste okvare na kemičnih črpalkah.
11. Modifikacija 022-PC-S, »Radio Antena«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva postavitve radijske antene in izdelavo trase za polaganje antenskih kablov.
12. Modifikacija 030-PG-S, »Plant Gas Supply to Chem Lab«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva napeljavo laboratorijskih plinov.
13. Modifikacija 031-WT-L, »WT-Relocation of Systems«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva zamenjavo WT komponent in izgradnjo nevtralizacijskega bazena.
14. Modifikacija 035-DG-L, »DG Speed and Load Control Upgrades«. Modifikacija ima status NSR in je instalirana. Zamenjava kontrolne enote z novo sodobnejšo, s čimer se je povečala sposobnost in zmogljivost DG sistema.
15. Modifikacija 036-DG-S, »DG Governor Position Differential Alarm Control Unit Upgrade«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva zamenjavo obstoječih komponent s tehnološko naprednejšo kvalificirano opremo.
16. Modifikacija 037-HE-S, »Hot Workshop Crane«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva tri dodatna dvigala v RB ter eno dodatno dvigalo v AB.
17. Modifikacija 040-SY-L, »110 kV Breaker Replacement«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Zamenjano je 110kV stikalo.
18. Modifikacija 041-EE-S, »Pressurizer Heaters Current Measurement«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Vgrajeni so merilniki tokov grelcev tlačnika.
19. Modifikacija 042-EE-S, »Loss of 110 kV Supply Signalization«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Vgrajena je nova signalizacija izgube 110 kV napajanja elektrarne.
20. Modifikacija 043-PC-S, »Increase of Paging System Channels«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva dodatne kanale za »Paging System«.
21. Modifikacija 044-CW-S, »Amertap Ball Catcher Screen Modification«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembe na sistemu razvoda kroglic za čiščenje kondenzatorja.
22. Modifikacija 045-FW-S, »Lube Oil Pump Abnormal Alarm«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Sprememba v sistemu alarmiranja črpalke mazalnega olja.
23. Modifikacija 048-EE-S, »Re-connection of pot. transf.«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Izvršena je prepojitev napetostnih transformatorjev.
24. Modifikacija 049-FW-S, »FPBV Actuator PS Replacement«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva zamenjavo delov aktuatorja »bypass« ventila sistema napajalne vode.
25. Modifikacija 050-RD-L, »RD Control Systems & Equipment«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembe v hidravličnem sistemu kontrole zapornic na Savi.
26. Modifikacija 051-LS-L, »LS Add Emergency Lighting System«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva razširitev zasilne razsvetljave.
27. Modifikacije 052-SX-S, »Connects CTP Alarms«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva dodatno povezavo alarmov med paneli.
28. Modifikacija 053-CY-S, »Mixbed for CY Tanks«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva se vgradnja »Mixbed« ionskih izmenjevalnikov v recirkulacijski liniji CY tankov.
29. Modifikacija 054-GN-S, »GN pipe support«. Modifikacija ima status NSR in je končana. Vgrajeni so nosilci za GN cevi.
30. Modifikacija 055-IA-S, »IA pressure switch (new)«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva vgradnjo tlačnega stikala v vejo A IA sistema.
31. Modifikacija 056-IA-S, »IA to Air 14500 supply«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva prestatitev zračnega napajanja ventila 14500.
32. Modifikacija 057-CC-S, »CC conduit supports«. Modifikacija ima status NSR in je končana. Vgrajeni so kabelski nosilci v CC sistemu.
33. Modifikacija 058-TU-S, »TU/GN Vibration Monitoring«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva nov sistem merjenja vibracij na generatorju in turbini.
34. Modifikacija 059-DD-S, »DD Line Support mod.«. Modifikacija ima status NSR in je končana. Spremenjeno je obešanje DD linije.
35. Modifikacija 060-DG-S, »DG Low water level alarm«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva spremembo vezave relejev alarma nizkega nivoja vode DG sistema.
36. Modifikacija 061-EE-S, »EE106PNLE1034 panel moving«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva premaknitev panela EE106PNLE1034 na zadostno razdaljo od MCCD 113.
37. Modifikacija 062-FW-S, »CY pump recirc. orifice addition«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Predvideva prestatitev šob bliže kondenzatorju.
38. Modifikacija 063-CW-S, »CW seal water flow alarm mod.«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembo alarma tesnilne vode za CW črpalke.
39. Modifikacija 064-HD-S, »Add dif. press. flow switch«. Modifikacija ima status NNSR in je končana. Dodano je stikalo na HD sistemu.
40. Modifikacija 065-FP-S, »Add new isolation valve«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Dodan je izolacijski ventil za izolacijo hidrantne mreže.
41. Modifikacija 066-MT-S, »Waste Oil Tank Valve Addition«.

Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembe na sistemu praznjenja tanka z odpadnim oljem.

42. Modifikacija 067-SX-S, »Improvement of cation conductivity measurements«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembe sistema merjenja kationske prevodnosti.

43. Modifikacija 068-XR-S, »Mod. vent-group alarm on TR T2«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Sprememba alarma ventilacijskih grup na T2.

44. Modifikacija 069-XR-S, »Mod. Vent. group alarm TR T1«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Sprememba alarma ventilacijskih grup na T1.

45. Modifikacija 070-CY-S, »Condenser Hotwell-LI«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva se razširitev merilnega območja nivoja vode v zbiralniku kondenzatorja.

46. Modifikacija 071-SW-S, »ESW Building Stairs«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva dodatne stopnice na ESW zgradbi od zunaj.

47. Modifikacija 072-CS-S, »VCT Purge Line«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva presojitev VCT čistilne linije.

48. Modifikacija 073-SX-S, »Condenser Leak Monitoring System«. Modifikacija ima status NNSR in je zaključena. Sprememba pozicije vzorčevanja na kondenzatorju.

49. Modifikacija 074-IA-S, »IA Supply to Drum Manipulator«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva napajanje manipulatorja za sode z zrakom.

50. Modifikacija 075-DG-S, »DG Lock Out Reley Modification«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Spremembe na relejni zaščiti diesel generatorja.

51. Modifikacija 077-FW-S, »FW valve 21140 controle change«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembo krmiljenja ventila 21140 sistema napajalne vode.

52. Modifikacija 078-CT-S, »CT Alarm Horn Modification«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembo v načinu oglašanja trobente.

53. Modifikacija 079-IA-S, »IA compresor alarm modification«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva spremembe na lokalnih alarmih IA kompresorja s skupno indikacijo v komandni sobi.

54. Modifikacija 080-CS-S, »RCPs No. 2 seal leakoff flow«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva vgradnjo dodatnega rekorderja za merjenje pretoka v komandni sobi.

55. Modifikacija 081-GN-S, »Capping H2 monitor panel tubing«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva skrajšanje zamašenih cevi »H2 monitoring panel«.

56. Modifikacija 082-DG-S, »DG Field Instruments Relocation«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva prestavitve tlačnih in temperaturnih senzorjev.

57. Modifikacija 083-PC-L, »Zamenjava tel. centrale«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva odstranitev filtrov sistema za izpiranje rešetk.

58. Modifikacija 084-SW-S, »Screen Wash Strainers Removal«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva odstranitev filtrov sistema za izpiranje rešetk.

59. Modifikacija 086-CC-S, »Valves addition for testing containment isolation valves«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva vgradnjo dodatnih ventilov zaradi testiranja izolacijskih ventilov zadrževalnega hrama.

60. Modifikacija 087-CS-S, »FCV 205 Replacement«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva zamenjavo ventila FCV 205.

61. Modifikacija 088-VA-S, »Move valves 56600 and 56601«. Modifikacija ima status NSR in je odprta. Predvideva spremembo lokacij ventilov 56600 in 56601.

62. Modifikacija 012-RC-L, »RC-Mid-Loop«. Modifikacija ima status NSR in je končana. Nov sistem meritve nivoja vode v RCS pri menjavi goriva.

63. Modifikacija 017-SI-L, »SI-Accumulator wide range level«. Modifikacija ima status NSR in je instalirana. Vgrajen je nov sistem s širšim območjem indikacije nivoja vode v akumulatorjih.

64. Modifikacija 089-DG-S, »DG-Fan Motor Water protection«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva ustrezno drenažo ohišja DG-Fan motorja.

65. Modifikacija 090-CH-L, »PIS phase 2 signals data acquisition«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Predvideva dodatne signale za aplikacijske programe PIS sistema.

66. Modifikacija 091-WT-S, »Modification on WT system«. Modifikacija ima status NNSR in je odprta. Predvideva spremembe na WT sistemu, tank A.

67. Modifikacija 092-EP-S, »Drum Manipulator Mod.«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva vgradnjo napajanja »Drum« manipulatorja.

68. Modifikacija 093-EP-S, »Bridge Worklift in RWSB«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivna. Predvideva vgradnjo napajanja za »Bridge Worklift«.

69. Modifikacija 094-EP-S, »Charger Power Supply in RWSB«. Modifikacija ima status NNSR in je aktivn. Predvideva vgradnjo napajanja polnilnika baterij v RWSB.

C. Predlagane modifikacije, predvidene za izvajanje v letu 1994, za katere je bila podana vloga na URSJV

1. Modifikacija 028-SI-L, »Lower BIT Boron Conc.«. Modifikacija ima status NSR in je aktivna. Dana je bila vloga na URSJV, ki pa še ni odobrena. Predvideva redukcijo koncentracije bora z 20,000-22,500 na 2,450-2,550 ppm.

Pomen kratic:
NSR - Nuclear Safety Related
NNSR - Non Nuclear Safety Related

3.1.9. Izpuščanje radioaktivnosti v okolje

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

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

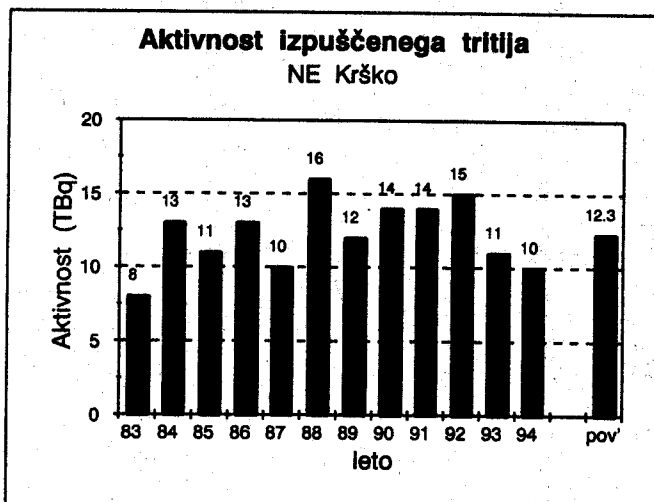
3.1.9.1. Tekočinski izpusti

Tekočinski izpusti se izlivajo v povratno vejo bistvene oskrbne vode, ki se izliva v Savo. Koncentracijo posameznih radioaktivnih elementov v izpustu merijo in nadzirajo merilniki radioaktivnosti. Ti avtomatsko zapro lokalne ventile, če je dosežena predpisana mejna koncentracija, in s tem preprečijo nadaljnje izlivanje tekočih izpustov v okolje.

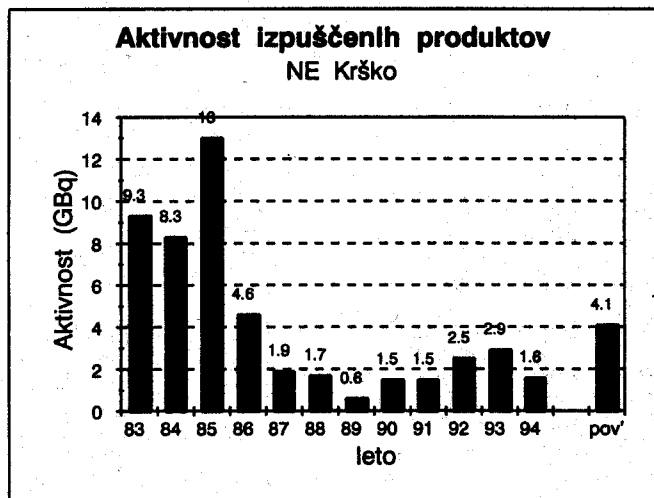
V tekočinskih izpustih prevladuje radioaktivni izotop tritij ($H-3$). V letu 1994 je bila celotna izpuščena aktivnost tritija 10,5 TBq, kar predstavlja 52,7% dopustne vrednosti 20 TBq v enem letu. Slika 20 prikazuje spreminjanje celotna aktivnosti tritija v izpustu po posameznih letih.

Aktivnost ostalih izotopov v tekočinskih izpustih je okoli tisočkrat manjša in je po letih prikazana na sliki 21.

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



Slika št. 21: Aktivnost cepitvenih in aktivacijskih produktov v tekočih izpustih brez tritija (letna omejitev je 200 Gbq)



3.1.9.2. Plinasti izpusti

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

V plinastih izpustih prevladujejo žlahtni plini. V letu 1994 je bilo v zrak izpuščena aktivnost žlahtnih plinov 9,96 TBq, kar predstavlja 16,7 % dopustne vrednosti 110 TBq v enem letu. Slika 22 prikazuje spreminjanje celotne aktivnosti žlahtnih plinov v izpustu po posameznih letih. V letu 1994 se je aktiv-

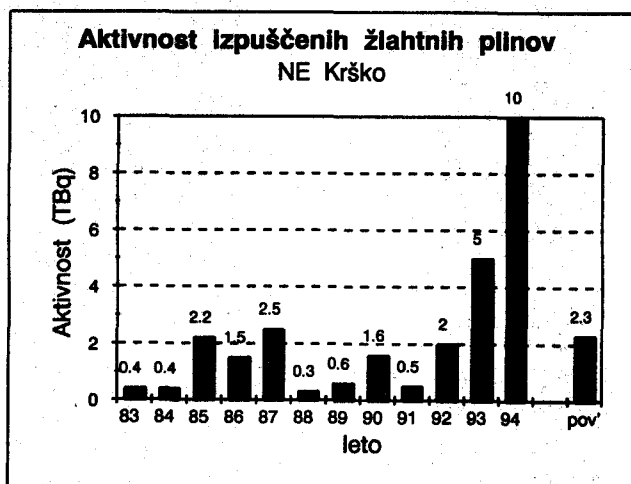
nost žlahtnih plinov v izpustih povečala za dvakrat glede na leto 1993 in je za petkrat večja, kot je povprečje v času delovanja NE Krško. Vzrok za povečanje aktivnosti žlahtnih plinov v izpustih je prisotnost poškodb na gorivnih palicah v reaktorju, o čemer je bilo že govora. Z izločitvijo poškodovanih gorivnih elementov ob menjavi goriva v letu 1995 lahko pričakujemo manjše izpuste.

Aktivnosti ostalih radioaktivnih elementov je v plinastih izpustih za stokrat manjša. Aktivnosti v letu 1994 in delež dopustne vrednosti za ostale pomembne skupine elementov so podane v tabeli 15.

Tabela 15: Aktivnosti plinskih izpustov v letu 1994

Plinske emisije	Izpuščena aktivnost v 1994 (Bq)	Dopustna vrednost izpusta (Bq)	Delež od omejitve (%)
Žlahtni plini	9,96 E+12	110 E+12	16,7
Jodi	3,45 E+08	18,5 E+9	1,86
Aerosoli	4,03 E+05	18,5 E+9	0,002
Tritij	1,72 E+12	ni omejitve v TS	
C-14	1,20 E+11	ni omejitve v TS	

Slika št. 22: Aktivnost žlahtnih plinov v plinastih izpustih (letna omejitev je 110 TBq)



3.1.10. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici NE Krško

3.1.10.1. Obseg meritev in izvajalci

Redni radiološki nadzor NE Krško obsega: nadzor aktivnosti radionuklidov v tekočih in plinastih izpustih na izvoru (emisije), nadzor širjenja teh radionuklidov v okolje (imisije) in oceno obremenjenosti posameznikov iz privzete referenčne (kritične) skupine prebivalstva zaradi emisij NE Krško (doze). Nadzorovano področje okolja obsega v prvi vrsti 12–kilometrski pas okoli objekta, kjer se pričakujejo najvišje vrednosti imisij in je mogoče potencialno najprej zaznati spremembe. Kot referenčne točke, pomembne za nezgodno pripravljenost, so v programu vsebovana tudi merilna mesta na Hrvaškem v smeri proti Zagrebu ter zahodno od njega (pasivni termoluminiscenčni dozimetri v loku dolžine 45 km).

Stalen nadzor emisij opravlja radiološka služba NE Krško. Redni nadzor imisij in kontrolne meritve emisij so opravile pooblaščen organizacije: Institut »Jožef Stefan« in Zavod RS za varstvo pri delu iz Ljubljane ter Institut »Rudjer Bošković« – Centar za istraživanje mora in Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada iz Zagreba.

3.1.10.2. Nadzor imisij (opomba 1)

Obremenitev okolja z radionuklidi iz Černobila se je že med letom 1988 ustalila in počasi upada, pri poljščinah pa je praktično padla na predčernobilsko raven. Ker je cezij–134 že skoraj popolnoma razpadel, je najpomembnejšo vlogo v obremenitvi z umetnimi radionuklidi zaradi splošne kontaminacije okolja prevzel ponovno stroncij–90, ki je v pretežni meri posledica predčernobilskih atmosferskih atomskih eksplozij.

Reka Sava

Zaradi zmanjšanja proizvodnje papirnice Vevče se je v 1992 in 1993 letu zmanjšala radioaktivna obremenitev savske vode z umetnimi (za faktor 0,5) in naravnimi radionuklidi (za faktor 0,25), ki so prihajali v Savo s papirničnimi takočimi iztekami. V letu 1994 se je z oživitvijo proizvodnje v papirnici obremenitev povečala zlasti z naravnimi radionuklidi (za faktor 2 glede na 1993).

Rezultati meritev radioaktivnosti Save pri Brežicah kažejo, da je mogoče nekaj manj kot polovico aktivnosti cezijevih izotopov pripisati NE Krško, ostalo pa splošni, predvsem »černobilski« onesnažitvi okolja. Če upoštevamo še povečane koncentracije tritija, joda–131 in stroncija, ki so prišli v Savo z izpusti NE Krško, dobimo oceno, da je v letu 1994 prispevek NE Krško zaradi potencialnega pitja savske vode v Brežicah (0,8 m3 na leto) k letni obremenitvi referenčnega človeka okoli 0,5 mikroSv/leto. Prispevek NE Krško predstavlja 4 % celotne obremenitve posameznika z naravnimi in umetnimi radionuklidi zaradi pitja Save, oziroma 40 % delež prispevka vseh umetnih radionuklidov v Savi ne glede na izvor. Ta ocena je primerljiva z oceno iz leta 1993 (0,4 mikroSv/leto).

Podobno oceno obremenitve referenčnega človeka zaradi izpustov NE Krško dobimo tudi za Savo v Jesenicah na Dolenjskem, in sicer 0,5 mikroSv/leto.

Efektivna doza referenčnega človeka zaradi potencialnega uživanja savskih rib (36 kg/leto) je ob najbolj neugodni predpostavki ocenjena na manj od 3 mikroSv/leto. Za oceno doze so bile vzete maksimalne izmerjene koncentracije vseh umetnih radionuklidov v ribah. V vzorcih rib kosti niso bile odstranjene.

V letu 1994 se ribe po vsebnosti cezijevih izotopov iz črnobilške nesreče bistveno ne razlikujejo od druge beljakovinske hrane. Med umetnimi radionuklidi v ribah so prispevki stroncija-90 postali zopet najpomembnejši.

Vodovodi

Vodovod Brežice je v vseh letih obratovanja NE Krško (od leta 1982) kazal dvakrat večjo povprečno koncentracijo tritija kot vrtine v brežiško-krškem polju in krški vodovod. Študija in analize, narejene v letu 1985, so potrdile domnevo, da je to povišanje pripisati prispevkom NE Krško zaradi savske vode. V drugi polovici 1990. leta so brežiški vodovod začeli napajati pretežno (70% porabe) iz nove globoke vrtine, ki se odlikuje z vodo z zelo nizko vsebnostjo tritija (stara voda), tako da ni več te povezave. Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi odraslega prebivalca zaradi pitja te vode se je po letu 1990 znižal na 0,04 mikroSv/leto, pri čemer je ocenjeni prispevek NE Krško preko tritija iz starega črpališča zanemarljiv. Ta ocena velja tudi v letu 1994. Celotna obremenitev referenčnega človeka zaradi vsebnosti umetnih in naravnih radionuklidov v brežiškem vodovodu je bila ocenjena na 3,6 mikroSv/leto. Nadzorne vrtine v naplavinah samoborskega področja v letu 1994 niso pokazale zaznavnega vpliva splošnega onesnaženja, niti se v njih ne zazna vpliv NE Krško (tritij).

Zrak

Imisijske meritve aerosolov na filtrih, skozi katere se stalno prečrpava zrak, niso zaznale vplivov prašnih emisij NE Krško. Nadzorne imisijske meritve I-131, opravljene kontinuirano na šestih krajih v okolici NE Krško, niso zaznale I-131 nad nadzorno mejo, ki ustreza pogojni letoletni ščitnični dozi 0,4 mikroSv.

Na podlagi izmerjenih plinastih emisij in emisij partikulatov (mesečna poročila o emisijah) ter na osnovi povprečnih mesečnih razredčitvenih faktorjev (poročila HMZ) je bila narejena ocena obremenitve referenčnega človeka. Najvišjo efektivno dozo v 1994, kot posledico zračnih emisij NEK, so po oceni prejeli v naselju Sp. Stari grad (smer ENE, razdalja 0,8 km od NEK), in to 1 mikroSv; ocenjeni delež zaradi inhalacije je 0,45 mikroSv in delež zaradi zunanjega sevanja iz zraka je 0,54 mikroSv.

Zunanje sevanje

Povprečna doza zunanjega sevanja, izmerjena s termoluminescenčnimi dozimetri na 57 krajih okoli NE Krško, je v 1994 bila 780 mikroSv. To je še vedno 30% več kot pred črnobilsko onesnažitvijo. Trend upadanja se nadaljuje. Krajevno značilna večja odstopanja od povprečne vrednosti so posledica neena-komerne porazdelitve »črnobilškega onesnaženja« in naravne radioaktivnosti in niso posledica izpustov NE Krško. Omenjena odstopanja so v letu 1994 primerljiva z odstopanji v preteklem letu.

Avtomatski kontinuirni merilniki doznih hitrosti (v letu 1994 se je njihovo število okoli NEK povečalo na 10), ki so namenjeni predvsem nezgodnemu opozarjanju, so pokazali skladne rezultate s TL dozimetri glede na krajevno značilne velikosti letnih doz. Občasna nekajurna izmerjena povečanja jakosti doz (do maksimalno 60% nad mesečnim povprečjem) so posledica spiranja naravnih radionuklidov iz ozračja z dežjem in začetnega zadrževanja radonovih kratkoživih potomcev v vrhnjem sloju tal. Izmerjena povečanja niso bila v povezavi

z občasnimi plinastimi emisijami – spraznitvami v NE Krško. V času plinastih emisij (spraznitev) v NEK niso opazili povišanja doznih hitrosti v okolici, kar je skladno tudi z izračuni in ocenami.

Opravljene interkomparacijske meritve tekočih vzorcev so pokazale dobro ujemanje pri detektiranih radionuklidih. Opravljena vzporedna merjenja sorazmerno (aliquotno) sestavljenih reprezentančnih vzorcev tekočih efluentov NEK in paralelne meritve zbirnih aerosolnih filtrov iz B programa nadzora ne kažejo razhajanj, ki bi pomembno spreminjala oceno letnih obremenitev zaradi plinastih in tekočih emisij. V vseh primerih so bili za oceno smiselno uporabljeni manj ugodni rezultati.

3.1.10.3. Sklepne ugotovitve

Vse ugotovljive in količinsko ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij Nuklearne elektrarne Krško so bile pod upravno dopuščenimi mejnimi vrednostmi (opomba 2). Ocenjene obremenitve posameznikov iz privzetih referenčnih skupin prebivalstva, ki so bile računane tako iz neposredno ocenjenih imisijskih vrednosti kot računsko-modelno na podlagi podatkov o letnih emisijah NEK, dajejo v letu 1994 vrednosti za efektivne doze, ki so manjše od 10 mikroSv/leto, oziroma manjše od 0,5% letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov.

Izvleček narejen iz poročila: Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 1994, IJS P-002303, Ljubljana, marec 1994.

Opombe:

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

2. Zakonsko postavljena vrednost mejne letne doze za posameznika iz prebivalstva, ki ni poklicno izpostavljen sevanju, je 1000 mikroSv/leto (1000 mikro Sievertov na leto = 1 mili Sievert na leto) efektivne doze. Mejna vrednost velja za skupne prispevke vseh umetnih virov sevanja, z izjemo medicinskih, in prispevke modificiranih naravnih virov sevanja, z izjemo radona v hišah.

Poleg navedene osnovne splošne omejitve, pa obstajajo tudi upravne omejitve, ki veljajo za normalno obratovanje posameznih nuklearnih objektov – takoimenovane »avtorizirane« mejne doze, ki so praviloma nižje od osnovne. Po lokacijski odločbi Republiškega sekretariata za urbanizem (št. 350/F-15/69 od 8.8.1974) je mejna vrednost efektivne doze za NE Krško 50 mikroSv/leto. Po odločbi Republiškega energetskega inšpektorata (31-04/83-5 od 6.2.1984) pa obstajajo tudi druge izvedene omejitve (npr. letna aktivnost tekočih efluentov).

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

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

Tabela 16.: Realistična ocena efektivne doze referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov za leto 1994 (v mikroSv/leto)

A. NOTRANJE OBSEVANJE (posledica vnosa in prisotnosti radionuklidov v telesu ter njihovega sevalnega učinka na telo)	efektivna ekvivalentna doza v 1994 (μSv/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 nakopičen svinec-210 - resuspendirani umetni radionuklidi	17 0.003
A.1.3. zračna emisija NE Krško - tritij, ogljik-14, jod-131, itd	0.45
delna vsota za inhalacijo	1318
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	180 140 40
A.2.2. splošna kontaminacija (Černobil, jedrske eksplozije, tehnološko kopičenje umetnih radionuklidov) - hrana - Černobil - ostalo - voda	1 8 <0.1
A.2.3. emisije NE Krško v Savo - hrana (ribe) - voda (samo tritij v vodovodu)	< 3 0.02
delna vsota za ingestijo	372
delna vsota za notranje obsevanje	1690

B. ZUNANJE OBSEVANJE (posledica virov sevanja izven telesa ter njihovega sevalnega učinka na telo)	
B.1. zaradi medicinske diagnostike (*4)	1500
B.2. zaradi naravnega sevanja (kozmičnega in terestialnega) - kozmična nevtronska komponenta - kozmično in terestrialno sevanje (U,Th niz, K-40, kozmično sevanje)(*5)	60 770
B.3. zaradi černobilskega vseda v okolju (*6)	70
B.4. zaradi plinskih emisij NE Krško	0.5
delna vsota za zunanje obsevanje	2400
celotna vsota za notranje in zunanje obsevanje (zaokroženo)	4100.

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

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

(*3) Poraba določena na podlagi »Analize prehrabmenih 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 zunanega 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.

3.1.11. Neradiološki nadzor

Na osnovi dejstev, da niso ugotovljeni negativni vplivi na reko Savo zaradi delovanja NE Krško, ki so že podana v poročilu o jedrski varnosti v letu 1993 in na osnovi izkušenj je neradiološki nadzor vključen v nacionalni program monitoringa površinske vode.

Program monitoringa reke Save v letu 1994 zajema vzorčna mesta v Brežicah in na Jesenicah. Meritve, ki jih je v okviru programa izvedel Hidrometeorološki zavod Slovenije v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo Maribor (1) zajemajo osnovne kazalce kakovosti vode in sedimenta reke Save kakor tudi vse potencialne onesnaževalce, skupaj čez sto parametrov. Iz rezultatov analiz ni opaziti negativnega vpliva obratovanja NE Krško na vodo in življenje v Savi.

Program monitoringa podtalnice v okolici NE Krško zajema Čateško polje, Krško polje in Brežiško polje. Meritve v okviru programa opravlja Zavod za zdravstveno varstvo Maribor. Vzorci so odvzeti dvakrat letno na mestih: Čatež, Vrbinja, Spodnji Stari Grad, Šentilenart, Žadovinec, Brege, Skopice, Boršt, Cerklje, Drnovo, Krška vas in Trebež. Za leto 1994 obdelanih podatkov še ni. Iz podatkov državnega monitoringa podtalnic je razvidno, da so v podtalni vodi v večini vodnjakov povišane koncentracije nitratov, železa ter sledovi pesticidov in kloriranih topil glede na Pravilnik o higieni neoporečnosti pitne vode, Ur. l. SFRJ, št. 33/87. Povišane koncentracije amoniaka, fosfata, nitrata in biološke potrebe po kisiku so ugotovljene že v raziskavah med letom 1978 in 1981(1), ter se ujemajo z rezultati iz leta 1993. Menimo, da so višje koncentracije posledica kmetijskih dejavnosti, sestave tal (železo) kakor tudi delni vpliv vode iz reke Save.

Vir:

1. Podatki za površinske vode in podtalnico na področju NEK v okviru državnega monitoringa, Hidrometeorološki zavod RS, št. 935–122/95, 1995.

3.1.12. Izobraževanje kadrov

V letu 1994 je usposabljanje potekalo po planu in je bilo v celoti izvedeno. Finančna sredstva so bila zagotovljena. Usposabljalno se je osebje, ki ima obratovalno dovoljenje, osebje, katerega delo je povezano z jedrsko varnostjo in osebje, ki mora obnavljati znanje v skladu z domačo regulativo.

Izvedba usposabljanja je bila deloma pokrita s kadri iz NEK,

v veliki meri pa je organizirano v sodelovanju z zunanjimi institucijami.

– Stalno usposabljanje obratovalnega osebja

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

V letu 1994 je bila obremenitev osebja z obratovalnim dovoljenjem zelo velika. Preizkus znanja za obnovitev naziva operater reaktorja (RO) ali glavni operater reaktorja (SRO) dovoljenja je opravilo 19 kandidatov. Preizkus znanja za pridobitev naziva RO ali SRO dovoljenje je opravilo 7 kandidatov.

Izpopolnjevanje na simulatorju jedrske elektrarne je v letu 1994 potekalo na simulatorju elektrarne RG&E GINNA, Rochester, NY v ZDA. Instruktorji so delavci firme General Physics. Obseg in kvaliteta programa je v NEK ocenjena kot zelo zadovoljiva.

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

Izpopolnjevanje na »inženirskem simulatorju« v Bruslju je bilo izvedeno za dve skupini (po štiri osebe) za osebje z obratovalnim dovoljenjem z nazivom SRO. Namen tega tečaja je predvsem poglobljanje znanja v zvezi z nezgodnimi dogodki in uporabo postopkov v primeru nezgode s poglobljenim študijem osnov za posamezne postopke.

Izvedeno je bilo tudi stalno izpopolnjevanje osebja z obratovalnim dovoljenjem in sicer en teden spomladi in en teden jeseni na Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo »Milan Čopič« (ICJT).

– Stalno usposabljanje ostalega tehničnega osebja

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

Usposabljanje vezano za načrt ukrepov v primeru izrednega dogodka v NEK se je začelo izvajati v skladu s postopki Programa Načrta ukrepov za primer izrednega dogodka (NUID).

V NEK je opravilo tečaj radiološke zaščite 304 slušateljev, od tega 230 delavcev pogodbenih izvajalcev del

– Dopolnilno usposabljanje obratovalnega osebja

Dopolnilno usposabljanje obratovalnega osebja zajema segmente usposabljanja, ki se izvajajo za kandidate za pridobivanje obratovalnega dovoljenja 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 1994 je skupina štirih tečajnikov uspešno končala usposabljanje za pridobitev dovoljenja za glavnega operaterja in uspešno opravila preizkus znanja s strani Strokovne komisije za preverjanje znanja operaterjev. Druga skupina (6 slušateljev) je uspešno zaključila usposabljanja na simulatorju za pridobivanje obratovalnega dovoljenja.

– Dopolnilno usposabljanje ostalega tehničnega osebja

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

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

Leto 1994 je bilo z vidika strokovnega usposabljanja intenzivno in uspešno.

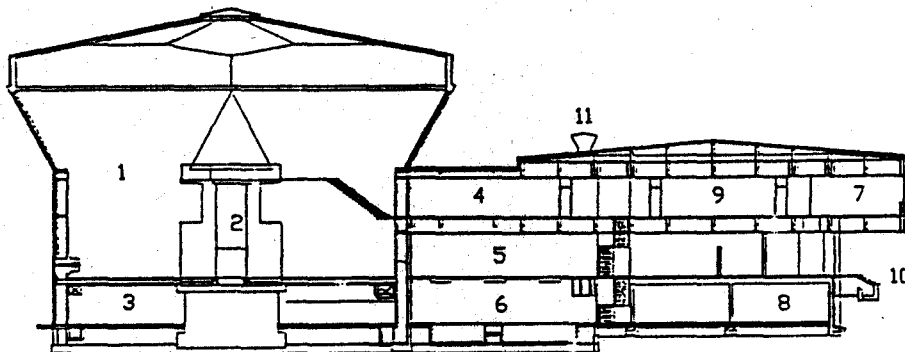
Vir: Letno poročilo NE Krško – 1994, februar 1995)

3.2. REAKTORSKI CENTER V PODGORICI

Slika št. 24: Vertikalni prerez reaktorske hale in objekta Pogona Reaktorskega centra v Podgorici

LEGENDA

- 1 reaktorska hala
- 2 reaktor
- 3 klet reaktorske hale
- 4 komandna soba
- 5 prostori Službe za varstvo pred ionizirajočimi sevanji
- 6 mehanske naprave prezračevalnega sistema
- 7 sejna soba
- 8 merilnica
- 9 prostori pogona reaktorja
- 10 glavni vhod
- 11 izstop dimnika



3.2.1. Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA

Raziskovalni jedrski reaktor TRIGA Mark II s toplotno močjo 250 kW je v letu 1994 proizvedel 324.1 MWh toplote.

3.2.1.1. Ustavitve

V skladu z raziskovalnimi potrebami reaktor TRIGA obratuje v časovnih intervalih, ki so dolgi od nekaj sekund do nekaj dni, preostali čas pa je zaustavljen. Število planiranih zaustavitvev je zato v primerjavi z jedrsko elektrarno zelo veliko a nepomembno, ker je reaktor zasnovan tako, da tudi veliko število zaustavitvev ne poškoduje varnostnih sistemov ali goriva. V letu 1994 je bilo 322 planiranih ustavitvev in 7 neplaniranih. Štiri neplanirane ustavitve so bile posledica izpada električne energije, ena ustavitvev posledica okvare VN napajalnika, ena zaradi okvare alarmne centrale ter ena zaradi okvare klima naprave.

3.2.1.2. Gorivo

V reaktorski zgradbi se je ob koncu leta 1994 nahajalo skupaj 313 gorivnih elementov. Porazdeljeni so po sledečih lokacijah:

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

Slika št. 25. Gorivni element

3.2.1.3. Osebj

Za obratovanje reaktorja skrbijo vodja reaktorja, pet operaterjev in služba za varstvo pred ionizirajočimi sevanji.

3.2.1.4. Doze osebj

Osebj (šest oseb) je sprejelo v letu 1994 dodatne doze zunanjskega obseva z žarki gama med 0 in 0.4 mSv, in za nevtrone pod 1 mSv.

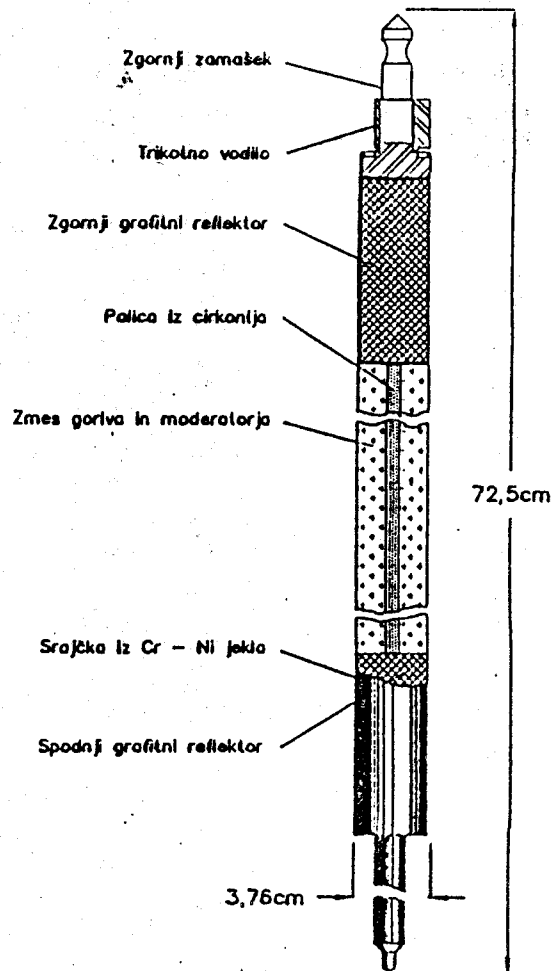
3.2.1.5. Uporaba reaktorja

Reaktor se uporablja za izobraževanje tečajnikov NE Krško in za pripravo radioaktivnih izotopov za medicino, industrijo in jedrsko kemijo. V letu 1994 je bilo obsevanih 1438 vzorcev.

V letu 1994 je reaktor obratoval v pulznem načinu 1., 8. in 9. junuja. Pulzne eksperimente so izvajali v okvirju tečaja za častnike TO (1.6), kot vajo pri praktikumu za študente fizike v četrtem letniku (8.6.) in za študij nove metode nevtronske radiografije. Izvedli so več manjših pulzov z maksimalno vstavljenjo reaktivnostjo 3j. Med eksperimenti so uvedli dodatni radiološki nadzor. Največja prejeta individualna doza zaradi pulziranja je znašala nekaj mSv. V vodi bazena po pulziranju nismo zaznali radioaktivnih izotopov, ki bi kazali na poškodbe goriva. Izpusti Ar-41 v ozračje so bili znatno nižji kot ob stacionarnem obratovanju na polni moči.

3.2.2. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov

Prehodno skladišče za trdne nizko in sredneradioaktivne odpadke za uporabnike v R Sloveniji (v to skupino ne spadata NE Krško in Rudnik urana Žirovski vrh). Skladišče deluje od leta 1987. V letu 1994 so potekale naslednje aktivnosti:



- sprejemanje in evidentiranje dodatnih radioaktivnih odpadkov,

- redni tedenski nadzor skladišča.

V skladišču se nahajajo tri vrste odpadkov:

sodi s kontaminiranimi predmeti (papir, plastika, steklovina itd.) in aktivnimi 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 viri sevanja, ki so praviloma shranjeni v originalnih zaščitnih kontejnerjih.

3.2.2.1. Nadzor skladišča

Nadzor skladišča poteka enkrat tedensko in obsega:

- ogled skladišča
- merjenje jakosti doze na sedmih mestih v skladišču in treh okoli skladišča
- merjenje aktivnosti brisov s sedmih mest v skladišču
- trije termoluminiscenčni dozimetri merijo doze na zunanji strani vhodnih vrat in ob obeh izpuhkih ventilacijskega sistema
- merjenje koncentracije radona-222 in kratkoživih potomcev v zraku enkrat tedensko.

Zaradi razporeditve radioaktivnih odpadkov jakost doze narašča od vhoda proti zadnji strani skladišča. Pri vhodnem delu je merljivo nekajkratno naravno ozadje, v zadnjem delu pa vrednosti narastejo do približno 250 μ Sv/h. Najvišjo jakost doze je v skladišču možno izmeriti na površini dveh kontejnerjev, ki vsebujeta radijeve igle in industrijski izvor Sr-90, in sicer 20 mSv/h.

Aktivnosti brisov so bile zelo nizke in so znašale 12 Bq/m², z razponom od 0 do 55 Bq/m², kar je zanemarljivo v primerjavi z mejnimi površinskimi kontaminacijami v kontroliranih območjih (40 kBq/m² za sevalce alfa ter za sevalce beta in gama pa 400 kBq/m²).

Koncentracija radona-222 s potomci v zraku skladišča je kazala podobne vrednosti kot v preteklosti in sicer je bila srednja vrednost koncentracije 0.2 WL z razponom od 0.01 do 0.46 WL.

Da ne bi po nepotrebem obremenjevali okolja, skladišča niso redno prezračevali, ampak so ventilirali skladišče le pred

Tabela 17: Pregled radioaktivnih odpadkov v republiškem prehodnem skladišču reaktorskega centra v Podgorici za leto 1994.

Vrsta	Število Skupaj (1994)	Izotopi	Aktivnost (GBq)
sodi	142 (7)	Co-60, Cs-137, Eu-152/U, Ra-226	3-20
posebni odpadki	90 (5)	Co-60/Ra-226/Am-241	6100
zaprti izvori	165 (35)	Co-60, Cs-137	1000

Opombe k tabeli 17:

▲ Navedeni so samo izotopi, ki prispevajo glavnino aktivnosti ali so pomembni zaradi daljših razpadnih časov.

▲ Sodi vsebujejo kontaminirane predmete ali materiale z inducirano radioaktivnostjo zaradi obsevanja v reaktorju TRIGA.

▲ Posebni odpadki so kontaminirani ali aktivirani predmeti, ki jih zaradi velikosti ni moč hraniti v sodih.

▲ Zaprti izvori so neuporabni viri sevanja, ki so ponavadi shranjeni v originalnih zaščitnih kontejnerjih.

▲ Vrednost v oklepaju (kolona »število«) pomeni število v letu 1994 vskladiščenih sodov, posebnih odpadkov in zaprtih izvorov.

Vir: Poročilo o delovanju prehodnega skladišča radioaktivnih odpadkov v RC v Podgorici v letu 1994.

3.2.3. Nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra v Podgorici

Aktivnost izpustov Reaktorskega centra v okolje je tako majhna, da je možno meriti radioaktivne snovi le v samih izpustih. Zato vpliv radioaktivnih izpustov na okolje lahko samo ocenimo iz izmerjenih emisij. Za vpliv na okolje so pomembni: izpuščanja Ar-41 v atmosfero iz prezračevalnega sistema reaktorske hale ter tekoči izpusti radioaktivnih snovi iz Odseka za jedrsko kemijo. Dodatne meritve nekaterih količin v okolju služijo predvsem za potrditev ocen in pa za

deli v skladišču. Čas delovanja ventilacijskega sistema se beleži in je v letu 1994 znašal 28 ur.

3.2.2.2. Pregled radioaktivnih odpadkov

Vsi odpadki v skladišču so evidentirani, stanje v skladišču ob koncu leta 1994 pa je prikazano s tabelo 1. V letu 1994 je bilo vskladiščenih 7 sodov. Poleg tega je bilo 5 posebnih odpadkov in 35 zaprtih izvorov. Skupni volumen odpadkov v sodih je sedaj približno 30 m³ (volumen sodov), volumen posebnih odpadkov pa je ocenjen na nekaj m³. Volumen aktivnih delov zaprtih izvorov je nepomemben, vendar sedaj zavzamejo bistveno več prostora, ker so shranjeni v zaščitnih kontejnerjih.

Izotopska sestava v letu 1994 prejetih odpadkov je naslednja: Co-60 (3 GBq), Kr-85 (2,2 GBq), Sr-90 (1,5 GBq), Cs-137 (1,5 MBq), Ir-192 (odsluženi radiografski izvori), Tl-204 (550 MBq), Am-241 + Ra-226 (javljalniki požara).

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

identifikacijo morebitnih vplivov zunanjih onesnaževalcev (npr. počernobilska kontaminacija).

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

Na kontrolni točki v letu 1994 niso zaznali umetnih radioaktivnih aerosolov.

Ocenjena letna učinkovita doza za posameznika ob ograji Reaktorskega centra je bila v letu 1994 ocenjena zaradi izpuščanja Ar-41 v zrak na 0,2 mikroSv (to je 0,02 % mejne letne doze za prebivalstvo). V letu 1994 je bila proizvedena energija v reaktorju nižja kot v preteklosti in približno enaka kot v letu 1993. Zato je tudi ocenjena letna učinkovita doza v okolici enaka kot v letu 1993.

Tekočinski izpusti, ki vsebujejo radioaktivne izotope, se med tednom zbirajo v zadrževalnem tanku, iz katerega se izpuščajo ob ponedeljkih, ko preko konca tedna razpadejo kratkoživi izotopi. Povprečna koncentracija pred redčenjem z vodo v nobenem primeru ni presegla mejne vrednosti za pitno vodo. Za leto 1994 je značilno majhno število izpuščenih izotopov. Zaradi specifičnih dejavnosti je pri izpuščeni aktivnosti s 94 % prevladoval Zn-65. Celotna izpuščena aktivnost je znašala 3,1 E+7 Bq, kar je približno enako kot leta 1992 in 1993, ko so bili izpusti najnižji v celotnem obdobju delovanja reaktorja. Nadzor ni pokazal puščanja gorivnih elementov.

Ocenjena letna učinkovita doza zaradi delovanja reaktorja za posameznika zaradi morebitnega pitja rečne vode, v katero se

iztekajo tekočinski izpusti, znaša po konservativni oceni 0,8 mikroSv (to je ena tisočinka letne mejne vrednosti za prebivalstvo).

V 1994 v padavinah in podtalnici niso izmerili nobenih umetnih radioaktivnih izotopov.

Doza zunanega sevanja se meri kontinuirno s termoluminescenčnimi dozimetri in odčitava mesečno. Letna doza (ozadje ni odšteto) na kontrolni točki znaša 839 mikroSv. Izmerjene doze na kontrolni točki ne odstopajo od doz v okolju. Vpliv Reaktorskega centra Podgorica na okolje je zanemarljiv.

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

Vir: Nadzor radioaktivnosti okolice reaktorskega centra Podgorica, Poročilo za leto 1994, IJS DP-7221,1995

3.3. RUDNIK ŽIROVSKI VRH

V skladu s sklepom Republiškega izvršnega sveta z dne 7. 11. 1990 (Ur. list RS, št. 40/1990) o začasnem prenehanju in izkoriščanju uranove rude in »Zakonom o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh« (Ur. list RS, št. 36/92) se v rudniku urana v letu 1994 niso opravljale proizvodne dejavnosti.

Vlada RS je v aprilu 1994 sprejela »Program izvedbe trajnega prenehanja izkoriščanja uranove rude in preprečevanja posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh« ter je tako zagotovljen osnovni pogoj, ki ga »Zakonom o trajnem prenehanju izkoriščanja uranove rude in preprečevanju posledic rudarjenja v Rudniku urana Žirovski vrh« v 9. členu določa za izvajanje in financiranje vseh del in aktivnosti trajnega prenehanja izkoriščanja.

V juliju sprejeti Rebalans Operativnega plana aktivnosti v letu 1994 za izvedbo sprejetega Programa je uskladi načrtovani obseg izvajanja prenehanja izkoriščanja uranove rude z obsegom, ki so ga omogočala sredstva republiškega proračuna. Rebalans je planiral samo nujna dela in aktivnosti, ki naj bi zagotovila obvladanje stanja. Med njimi je določil posebno prioriteto:

- vzdrževanje objektov in opreme, preprečevanje nastajanja večjih škod in čezmernega vpliva na okolje,
- izdelovanju drenažnega rova za sanacijo plazu jalovišča hidrometalurške jalovine Boršt ter,
- zagotavljanju podlag za delo na pridobivanju vseh dovoljenj za izvajanje del v letu 1995

3.3.1. Glavni obratovni podatki in varnostni kazalci

Skladno s sprejetim programom in v okviru finančnih možnosti so se v letu 1994 izvajala naslednja dela:

V jamskem obratu so se izvajala samo standardna rudarska dela na sanaciji in preventivnem vzdrževanju najvažnejših jamskih objektov. Dela v jami so se izvajala le od 3. 1. do 8. 7. 1994. S prenehanjem aktivnosti v jami, se je jama prenehala prisilno prezračevati. V podkopih P-10 in P-11 so naredili zadelke in tako preprečili naravno prezračevanje jame pod koto +500, kjer je povprečna meja temperaturne inverzije. Tako so zmanjšali dotok radona iz jame v okolico.

S prekinitvijo aktivnosti v jami so v Rudniku Žirovski vrh pričeli z izkopavanjem in izdelavo drenažnega tunela pod jaloviščem Boršt. Drenažni tunel naj bi ustavil drsenje zemljišča, na katerem leži odlagališče hidrometalurške jalovine.

V predelovalnem obratu so nadaljevali z odstranjevanjem tehnološke opreme, betona in tlakov v objektih. Čiščenje in

dekontaminacija se izvaja na zato določenih mestih, ki so vodotesna. Odpadno vodo so zbirali in dodatno obdelovali oz. zmanjšali vsebnost urana in amonijaka. Oprema in material, pri katerih s postopkom dekontaminacije niso uspeli zmanjšati vezane kontaminacije pod zakonsko predpisane meje za življensko okolje, se začasno skladišči v obratih RŽV. Z območja RŽV sme iti samo oprema, ki se sme uporabljati brez vsakršnih omejitev.

Tehnična in projektna dokumentacija za trajno prenehanje izkoriščanja uranove rude je v fazi izdelave. Osnova za pričetek njene izdelave pa sta bili odločitve o načinu dokončne sanacije jalovišča Boršt ter ocena vpliva rušnega procesa v jami RŽV.

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

3.3.2. Varstvo pred ionizirajočimi sevanji

V RŽV je samostojna Služba za varstvo pred sevanji z nalogo, da meri radioaktivna sevanja na območju rudnika, meri radioaktivne emisije (tekoče in plinaste), obračunava učinkovite doze delavcem, vodi ustrezno evidenco, ter nadzira izvajanje predpisanih varstvenih ukrepov.

V jamskih prostorih se meri predvsem koncentracija radonovih kratkoživih potomcev na aktivnih deloviščih. Z meritvami in ustreznim ukrepanjem se zagotavlja, da delavci ne delajo v jamskih prostorih pri koncentracijah PAEC (koncentracija potencialne alfa energije), ki bi bile škodljive njihovemu zdravju. Ker so dela potekala predvsem v glavnih transportno zračilnih progah in blizu vstopnih zračilnih odprtin, so bile izmerjene koncentracije v letu 1994 zelo nizke. Povprečna vrednost PAEC je bila le 0,6 mJ/m³ (0,03 WL).

V Predelovalnem obratu je predvsem nevarnost vnosa urana v telo z inhalacijo in ingestijo, še posebno pri demontaži opreme in dekontaminaciji. Vnos urana v telo se kontrolira s preiskavo vzorcev urina. V letu 1994 ni bila izmerjena koncentracija urana v urinu nad detekcijsko mejo.

3.3.3. Doze delavcev

Efektivno dozo zaradi sevanja gama merijo s termoluminescentnimi dozimetri. Najvišja izmerjena vrednost dodatne učinkovite doze zaradi dela v RŽV je bila 0,96 mSv. Dela so se izvajala v glavnem v jalovini.

V letu 1994 je bila učinkovita doza obračunana za 72 delavcev RŽV. Najvišja obračunana letna učinkovita doza posameznika je bila 3,14 mSv (ozadje je odšteto), kar predstavlja 6 % mejne vrednosti 50 mSv. Kolektivna učinkovita doza v letu 1993 je bila 0,072 človekSv oziroma povprečna doza 0,99 mSv.

Glavni prispevek k dozi je inhalacija radonovih kratkoživih potomcev, in le v manjši meri sevanje gama. Tako je bila izmerjena za posameznika najvišja doza zaradi zunanega sevanja 0,96 mSv. Vzrok za nizke doze je delo v prezračevalnih rovih in dobro zračenih prostorih, kjer so bile koncentracije kratkoživih radonovih potomcev nizke.

3.3.4. Redni nadzor izpustov v okolico RŽV

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

Nadzor emisij se izvaja po sprejetem programu. Rezultati meritev kažejo na počasno zmanjševanje aktivnosti v izpustih, vendar brez ustrezne sanacije ni pričakovati znatnega znižanja. Emisije so še vedno istega velikostnega razreda kot v času rudarjenja.

Povprečne letne vrednosti meritev koncentracije urana in radija v tekočih izpustih in vodotokih, v katere se ti izpusti

Tabela št. 18: Nadzor tekočih izpustov iz RŽV in vodotokov

Vzorčno mesto	Letni pretok (1000 m ³)	Povp. konc raztopljene urana (mgU ₃ O ₈ /m ³)	Povp. konc raztopljene radija (Bq ²²⁶ Ra/m ³)
Nadzor tekočih izpustov			
Čistilna naprava za jamsko vodo	725	285	54
Potok Jazbec pod odlagališčem jamske jalovine (Jazbec)	477	372	23
Skupna drenaža jalovišča HMJ Boršt	37	246	102
Preliv zadrževalnega bazena Boršt	26	1458	5924
Drenaža zadrževalnega bazena Boršt	1	1117	940
Rezultati meritev vodotokov			
Todraščica pred vtokom v Brebovščico	3.400	12	34
Brebovščica pri Tavčarju	23.000	30	8

izlivajo so podani v tabeli 18. V tabeli 18 so podane povprečne koncentracije radona in potencialne alfa energije radonovih kratkoživih potomcev (PAEC) v plinastih izpustih za leto 1994.

Analize kažejo, da koncentracije nevarnih, škodljivih in radioaktivnih snovi v vodotokih ne presegajo predpisanih mejnih vrednosti koncentracij za pitno vodo.

Tab. št. 19: Nadzor plinastih izpustov v času obratovanja jamskih ventilacijskih postaj.

	Ventilacijska postaja P-36	Ventilacijska postaja P-1
Povprečni pretok zraka m ³ /s	91.5	38.2
Povp. vrednost kon. Rn-222 Bq/m ³	4178	1210
Povp. vrednost PAEC r.k.p. μJ/m ³ , (WL)	10.9 (0,52)	3.7 (0,18)
Faktor ravnotežja	0.47	0.55

3.3.5. Redni nadzor radioaktivnosti v okolici RŽV

Program meritev nadzora radioaktivnosti v okolju RŽV je v letu 1994 obsegal merjenja radona in njegovih kratkoživih potomcev v ozračju, merjenja specifičnih aktivnosti dolgoživih naravnih radionuklidov uran–radijeve razpadne vrste v zračnih delcih, meritve urana, radija in drugih dolgoživih radionuklidov v površinskih vodah, v sedimentih, v vodni bioti, v hrani in krmi, v zemlji ter merjenje zunanjega sevanja gama v življenjskem okolju.

Poročilo o vplivu Rudnika Žirovski vrh na okolje v letu 1994 pripravila Institut Jožef Stefan. Izdelano naj bi bilo šele sredi julija 1995. Po izmerjenih podatkih je vpliv na okolje podoben kot v letu 1993. Preliminarna ocena dodatne učinkovite doze zaradi rudnika za posameznika v najbolj izpostavljeni skupini okoliških prebivalcev je 0,35 mSv. Glavni delež doze (80%) predstavlja inhalacija radonovih kratkoživih potomcev.

Vira:

1. Letno poročilo o izvajanju varstva pred sevanji in o vplivu RUŽV na okolje za leto 1994, RŽV, 1995.
2. Letno poročilo o delu RŽV za leto 1994, RŽV, 1995.

3.4. ZAČASNO SKLADIŠČE ZAVRATEC

V stari italijanski vojašnici v bližini vasice Zavratac med Idrijo in Logatcem nad naseljem Godovič so od leta 1961 shranjeni radioaktivni odpadki, ki so nastali kot posledica kontaminacije delovnih prostorov na Onkološkem inštitutu z Ra–226, ko se je raztresla vsebina radijeve igle, približno 10 mg radijevega sulfata. Leta 1988 pa je Ekološki laboratorij z Mobilno enoto inštituta Jožef Stefan opravil pregled skladišča. V eno steno je bila izvrtana odprtina. Vizualni pregled skozi to odprtino je bil le delno uspešen; notranjost skladišča je vidna na treh diapozitivih: vidne so deske, posodice, omarice, več

zabojev in dva od 69 skladiščenih sodov. Vsebnost radona in potomcev v zraku je bila zvišana, kar sicer ni ovira za kratkotrajni vstop v skladišče. Na koncu so ugotovili, da skladišče, gledano kratkoročno, nekaj desetletij, ni problematično. Leta 1992 so ponovili ogled skupaj z Republiško sanitarno inšpekcijo. Izmerjena je bila radioaktivnost neposredno ob skladišču ter v okolici, 50 m od objekta. Izmerjene vrednosti niso pokazale povečane radioaktivnosti; prisotno je le naravno ozadje. Leta 1993 je IB Elektroprojekt po naročilu Agencije za radioaktivne odpadke pripravil študijo »Sanacija začasnega skladišča v Zavrvcu – 1. faza«, ki jo je konec leta 1994 obravnavala Ad-hoc strokovna skupina imenovana od strani SKJV. Skupina je pregledala vse razpoložljive materiale ter ugotovila naslednje:

1. V poročilu o meritvah in ogledu skladišča RAO pri Zavrvcu z dne 12.7.1988 (IJS), so navedeni delni posnetki stanja v skladišču in ena meritev Rn-222 v skladiščnem prostoru (izmerjena aktivnost Rn je znašala ca. 30 kBq/m³). Groba ocena prostornine skladiščnega prostora kaže, da je aktivnost Rn-222 v celotnem prostoru velikostnega reda nekaj MBq (č 4 MBq). Zaradi ravnovesne zakonitosti je to tudi aktivnost tistega dela radija-226, ki je radon prispeval. Ta vrednost je zgolj ca 1% nominalne aktivnosti razsutega materiala (10 mg RaSO₄, aktivnost 400 MBq).

2. Ti podatki vodijo do naslednjih možnih sklepov:

a) da je v skladišču samo različen kontaminiran material z eno stotinko nominalne aktivnosti, ki je praktično odprt za izpuhtevanje radona,

b) ali pa da je glavnina radija nekje zaprta, tako da je v prostor »ušel« samo nizek procent z razpadom radija nastalega radona.

Na podlagi nekaterih izkušenj z difuzijo radona iz embalaže, zelo verjetno izpuhteva okoli 10% ali nekaj več znotraj embalaže nastalega radona. To da za najvišjo zaprto aktivnost radija eno desetinko izhodiščne vrednosti (40 MBq)

3. Ker je študija »Sanacija začasnega skladišča v Zavrvcu – 1. faza«, izhajala iz izhodišča, ki ga je dala Agencija za radioaktivne odpadke, je temu prirejena tudi navedena študija. Glede na izražen dvom o celotni aktivnosti izvora, pa je seveda vprašljiva smotrnost in potreba v študiji predvidenega pristopa k reševanju sanacije.

4. Zato Ad-hoc skupina smatra, da je potrebno opraviti ponovni pregled skladišča. Predvsem je potrebno ponoviti merjenje aktivnosti Rn na enak način kot leta 1988 in dodatno meritev sevanja gama v samem prostoru, vključno s spektrometrijo tega sevanja.

5. Ad-hoc skupina tudi meni, da v primeru potrditve prej navedenih meritev Rn ne bi bilo rizično vstopiti v skladiščni prostor z namenom opraviti natančnejše meritve, ki bi eventualno opredelile mikrolokacijo (sod) Ra izvora. V primeru odpiranja in vstopa v skladišče pa bi bilo potrebno skladišče pred tem nekaj tednov zračiti. Samo zračenje ne bo predstavljalo nobene nevarnosti za okolje, saj je znano, da aktivnost Rn istega reda velikosti srečujemo n. pr. v Postojnski jami.

Tabela št. 20: Količine NSRAO v R Sloveniji, december 1994.

	NSRAO	Izrabljeno gorivo
NEK	1932 m ³	406 gorivnih svežnjev
TRIGA		130 gorivnih elementov
Prehodno skladišče v Podgorici	cca 30 m ³	
Skladišče v Zavrvcu	cca 25 m ³	

6. Šele na osnovi predlaganih novih meritev bo smotrno načrtovati dejanski postopek sanacije.

7. Dodatno k zgoraj navedenemu je iz priloge 6a k poročilu člana Ad-hoc skupine ing. J. Marolta razvidno, da večji del vskladiščene materiala ne bo predstavljal radioaktivnih odpadkov.

8. Ad-hoc skupina se ni čutila usposobljeno, da bi obravnavala druge nerešene statusne, predvsem pravne zadeve. Predlagala je, da Agencija za radioaktivne odpadke pripravi program ponovnega preverjanja dejanskega stanja v skladišču radioaktivnih odpadkov v Zavrvcu v smislu ugotovitev in predlogov Ad-hoc skupine in glede na dobljene podatke pripravi temu primerno izvedbo sanacije.

Vir: Zapisnik Ad-hoc skupine, URSJV 7507/EL, 1994.

4.0. AGENCIJA RAO

Agencija RAO je ustanovljena z namenom, da poskrbi za trajno in varno končno odložitev radioaktivnih odpadkov v Sloveniji. Primarna naloga je torej poiskati lokacijo in zgraditi odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov in pripraviti strokovne osnove, na podlagi katerih bi se lahko odločili, kako bomo postopali in ravnali z izrabljenim jedrskim gorivom v bodoče.

Izbiranje lokacije za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov poteka že nekaj časa. Pet lokacij, ki so v dosedanjem postopku izbora izpolnjevale vse predpisane tehnične pogoje za površinsko odlagališče, ni dobilo družbenega soglasja lokalnih skupnosti, zato na teh lokacijah nadaljevanje del ni možno. Zato se je iskanje lokacije razširilo še na podzemni tip odlagališča. V letu 1994 so izdelani osnovni kriteriji za izbor podzemne lokacije, ti pa se v nekaterih zahtevah razlikujejo od tistih za površinsko, tako, da bo potrebno nekatere faze dodatno obdelati. Istočasno je Agencija RAO pričela zbirati podatke o opušenih rudnikih in drugih podzemnih objektih in ocenjevati primernost teh objektov za namene skladiščenja oz. odlaganja radioaktivnih odpadkov. Novost je tudi drugačen pristop k iskanju lokacije, kjer se z razpisom ali povabilom lokalnim skupnostim najprej preveri družbena sprejemljivost. Šele po pozitivnem odzivu lokalne skupnosti se prične ugotavljati primernost lokacije. Na ta način bo lokalna skupnost aktivno vključena v vse faze izbora lokacije.

Na osnovi pregleda geoloških in tehničnih rešitev problematike izrabljenega goriva in VRAO v tujini, je ugotovljeno, da še nikjer v svetu ni urejeno trajno odlagališče VRAO. Na podlagi globalnega pregleda mednarodne prakse in dejstva, da imamo v Sloveniji zaenkrat še dovolj razpoložljivih skladiščnih kapacitet v bazenu za izrabljeno gorivo na lokaciji NEK, je kot najugodnejša rešitev izbrana začasna odložitev tega problema na kasnejši čas. Dokler tehnologije odlaganja niso dokočno poznane in uporabljene, bo bistvo del v pripravi začasnega skladiščenja. V začasnih (prehodnih) skladiščih se izrabljeno gorivo hrani nekaj deset let, medtem pa se pripravljajo odlagališče. Takšna rešitev omogoča tudi naknadno predelavo izrabljenega goriva, če bi se razmere v svetu spremenile in bi ta opcija postala finančno zanimiva.

Tabela št. 21: Trenutne skladiščne kapacitete

	NSRAO	Izrabljeno gorivo
NEK	2240	828 gorivnih svežnjev
Prehodno skladišče v Podgorici	cca 800	
TRIGA		cca 1000 gorivnih elementov

Tab. št. 22: PREGLED PROJEKTOV AGENCIJE V LETU 1994

Naslov	Izvajalec	Stanje projekta
Predlog za izdelavo globalnega mrežnega načrta za izvedbo odlagališča NSRAO v Republiki Sloveniji	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Študija končana
Priprava podlog za izvedbo odlagališča NSRAO	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Recenzija zaključena
Kriteriji sprejemljivosti RAO	Elektrogospodarstvo Slovenije, Maribor	Študija končana
Strokovne podlage za izdelavo poročila o vplivu na okolje	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Študija končana
Sanacija začasnega skladišča v Zavrattu	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Študija končana
Proučevanje izvedljivosti globinskega odlaganja RAO-pregled opuščenih rudnikov	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	Študija končana
Geološke smernice za izbor lokacije podzemnega odlagališča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov	Geološki zavod Ljubljana Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	Recenzija zaključena
Kriteriji za izbor lokacije globinskega odlagališča NSRAO	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Študija končana
Povzetek mednarodne prakse ter predlog strategije Republike Slovenije na področju ravnanja z VRAO	Inštitut "Jožef Stefan", Ljubljana	Recenzija zaključena

Naslov	Izvajalec	Stanje projekta
Povzetek mednarodnih izkušenj na področju ravnanja z VRAO in globinskega odlaganja VRAO (NSRAO)-geološki del	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	Študija končana
Odnosi z javnostmi in informiranje-strategija	Pristop, Družba za komunikacijski management, Ljubljana in Inštitut "Jožef Stefan", Ljubljana	V recenziji
Transport nizko in srednje radioaktivnih odpadkov	IB Elektroprojekt, Ljubljana	V recenziji
Transport izrabljenega jedrskega goriva in visoko radioaktivnih odpadkov	IB Elektroprojekt, Ljubljana	Recenzija zaključena
Ugotavljanje ničelnega stanja okolja-program meritev	Inštitut "Jožef Stefan", Ljubljana	V izdelavi
Materiali, primerni za izdelavo umernih ovir pri odlaganju NSRAO	Elektrogospodarstvo Slovenije, Maribor	V recenziji
Izbor lokacije za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov-zasnova postopka za zbiranje ponudb z javnim razpisom	IB Elektroprojekt, Ljubljana	V izdelavi
Ocena možnosti odlaganja RAO v opuščeni rudnikih in drugih podzemnih objektih	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	V izdelavi
Odnosi z javnostmi: Predstavitev Agencije RAO in problematika radioaktivnih odpadkov	Inštitut "Jožef Stefan", Ljubljana	V izdelavi
Odnosi z javnostmi: Predstavitev Agencije RAO in problematika radioaktivnih odpadkov	Pristop, Družba za komunikacijski management, Ljubljana	V izdelavi
Ugotavljanje ničelnega stanja okolja-hidrološki in hidrogeološki parametri	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	V izdelavi
Izbor lokacije za odlagališče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov-program terenskih raziskav na 4. stopnji	Geološki zavod Ljubljana, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko	V izdelavi

Vir: Poročilo o delu Agencije RAO v letu 1994, Agencija RAO, februar 1995.

5.0. DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI

5.1. Realizacija priporočil

Stanje izvajanja priporočil mednarodnih misij na dan 31. december 1994:

OSART misija:

uresničeno	69 ukrepov	41%
zadovoljiv napredek	72 ukrepov	43%
majhen ali nikakršen napredek	24 ukrepov	15%
razveljavljen predlog ali priporočilo	2 ukrepa	1%
skupno	167 ukrepov	100%

ICISA misija:

že izvedeno ali upoštevano	31 ukrepov	42%
se bo izvedlo do konca 1995	25 ukrepov	34%
se bo izvedlo do konca 1996	1 ukrep	1%
se bo izvedlo do konca 1997	1 UKREP	1%
odvisno od zamenjave uparjalnikov	2 ukrepa	3%
odgovornost državne uprave		
izvedeni	4 ukrepi	5%
v toku	10 ukrepov	14%
skupno	74 ukrepov	100%

5.2 Misija po-OSART

Na povabilo URSJV je bila v NE Krško od 24. do 28. oktobra 1994 izvedena po-OSART misija Mednarodne agencije za atomsko energijo. Misija je sestavljala pet strokovnjakov iz Velike Britanije, ZDA in iz MAAE. Namen tega obiska je bil pregled dejavnosti, ki jih elektrarna izvaja kot odgovor na priporočila misije OSART iz leta 1993. Vsaka dejavnost je bila ocenjena glede na primernost, poleg tega pa so ocenili tudi stopnjo napredka. Po-OSART misija je ugotovila dober napredek pri uveljavljanju priporočil OSART misije in s tem usmeritev primernih sredstev in strokovnjakov v izvajanje tega programa. Vidna je tudi dobra podpora varnemu obratovanju s strani pristojnih upravnih organov.

Ostale ugotovitve Misije so:

- Široka uporaba mednarodnih izkušenj pozitivno vpliva na varnost obratovanja; posebno so izpostavili načrtovanje ukrepov v sili, izpopolnjevanje kadrov in program kemijske kontrole. Viden napredek so ugotovili pri izboljšavah za zagotavljanje požarne varnosti.
- Na osnovi OSART priporočil si je elektrarna postavila cilje, kako izboljšati obratovanje elektrarne. Izdelava specifičnih ciljev, ukrepov in načrtov za izboljšanje delovanja na ravni služb in oddelkov bi znatno pripomoglo k usmeritvi naporov v najbolj pomembne dejavnosti.
- Misija z veseljem ugotavlja napredek pri uveljavljanju bolj strukturiranih programov izobraževanja in podpira stalne napore v tej smeri. Opazen je bolj samokritičen odnos do dela, ki izboljšuje pristop posameznikov do dela. To se kaže v kritični analizi problemov, pravočasnem izvrševanju nalog v smislu ponavljanja podobnih problemov in široki izmenjavi obratovalnih izkušenj z elektrarnami in industrijo.
- Strokovnjaki so tudi priporočili bolj aktivno sodelovanje z WANO (Svetovno združenje jedrskih obratovalcev) v smislu večje izmenjave izkušenj.
- Misija ugotavlja, da bo potreben še znaten napor v naslednjih dveh do treh letih, da se bodo izvedli še načrtovani ukrepi za izpolnitev še neveljavljenih priporočil misije OSART. Priporočila vodstvu, da stalno spremlja izvajanje ukrepov.

5.3 RAMG program v okviru PHARE

PHARE program za področje jedrske varnosti se je začel leta 1990 v Češkoslovaški in Poljski. Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost je začela sodelovati v projektih PHARE

konec leta 1992, ko je pripravila sedem projektov za regionalni PHARE program za leto 1993 – področje okolje – jedrska varnost. Ta program je potrdila Vlada RS na seji 10. decembra 1992, vendar pa bodo nekateri projekti upoštevani verjetno šele v programu za leto 1994, ki je v pripravi ali v programu za leto 1995.

V maju 1993 je URSJV obiskala preiskovalna misija za program pomoči upravnim organom (Regulatory Assistance Management Group – RAMG Exploratory Mission to Slovenia). Njihovo poročilo je bila osnova za pripravo programa pomoči URSJV. Pogodba za triletni program pomoči RAMG je bila podpisana 27. aprila 1994 med Evropsko komisijo, kot finanserjem in ANPA (Italijanski upravni organ za jedrsko varnost), kot koordinatorjem, za izvedbo strokovne pomoči v okviru PHARE programa. V prvem letu se izvaja 7 nalog:

1. Tehnični pregled predlaganega teksta novega zakona o jedrski varnosti in varstvu pred sevanji
2. Ureditev notranje organiziranosti URSJV in administrativnih postopkov
3. Pomoč pri razvoju tehnik za komuniciranje z javnostjo
4. Razvoj navodila za delo inšpekcije in inšpekcijskega programa ter organizacija usposabljanja za inšpektorje
5. Razvoj sposobnosti za integralno sistemsko analizo
6. Delavnica in urjenje iz zahodnega pristopa in prakse za ravnanje z RAO
7. Razvoj URSJV internega načrta ukrepov in zmožnosti za modeliranje in ocenjevanje širjenja vpliva na okolje ob nezgodni sprostitvi radioaktivnosti

6.0 RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU SLOVENIJE

6.1. Karta naravne radioaktivnosti Slovenije

Na Inštitutu za geologijo, geotehniko in geofiziko so izdelali prvo karto Slovenije, v kateri je prikazana porazdelitev pomembnejših prvobitnih naravnih radioelementov (kalij-40, uran-238, torij) v povrhnjem sloju (10 cm) tal Slovenije. Radiokemične (uran) in optično-spektrometrične laboratorične analize (kalij, torij) vzorcev tal so bile podprte z radiometričnimi meritvami na terenu, s katerimi se je poleg kalija-40 merila posredno, preko kratkoživih potomcev, tudi koncentracija radonovih izotopov v povrhnjem sloju tal. Pri izdelavi karte je bila uporabljena naključna vzorčna mreža s celicami 5 km x 5 km. Skupno je bilo v štirih letih izmerjenih 819 lokacij. Pri transformaciji radiometričnih terenskih meritev, kalibraciji instrumenta in izdelavi radiometričnih kart so sodelovali tudi raziskovalci Kanadskega geološkega zavoda. Raziskave so bile opravljene ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo in Mednarodne Agencije za Atomsko Energijo z Dunaja v okviru projekta »Use of ground gamma ray spectrometric survey for elaboration of radioelement geochemical maps«.

Izdelana karta naravnega radioaktivnega sevanja (kalija-40, urana in torija) v Sloveniji nam omogoča oceno prispevkov prvobitnih radioelementov k dozi zaradi zunanega sevanja. Rezultati meritev so pokazali, da absorpcijska dozna hitrost v zraku v Sloveniji znaša povprečno 57 nGy/h. Iz karte so razvidna območja s povišano naravno radioaktivnostjo, na katero v prvi vrsti vpliva geološka zgradba. Zaradi zelo pestre geološke zgradbe, ki jo ima Slovenija, bi bilo potrebno na kritičnih območjih zgostiti mrežo meritev. Razlika med dejansko izmerjeno dozno hitrostjo in dozno hitrostjo, izračunano na podlagi geokemične karte, nam lahko da globalno oceno o prispevkih antropogenega onesnaževanja okolja, zlasti z umetnimi radionuklidi.

6.2. Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije

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

Program zajema:

1. Monitoring, ki ima značaj sprotne kontrole stopnje radioaktivne kontaminacije, kot n. pr. vsakodnevne meritve radioaktivnosti vzorcev (zrak, padavine) in kontinuirane meritve hitrosti doze zunanjega sevanja gama.

2. Meritve dnevnih in mesečnih prejetih doz zaradi zunanjega sevanja gama na 50 mestih v Sloveniji.

3. Nadzor radioaktivnosti hrane živalskega in rastlinskega izvora – sezonske meritve, ki so osnova za izračun sprejetih doz zaradi ingestije.

Prva dva dela programa sta pomembna za zgodnje odkrivanje kontaminacije okolja, tretji pa služi za spremljanje dolgoročnih trendov kontaminacije okolja zaradi umetnih virov. V letu 1994 se je poleg vsebnosti umetnih radionukleidov v vzorcih določala tudi vsebnost najpomembnejših naravnih radionukleidov.

Obseg programa:

1. Reke – Odvzem dveh vzorcev na leto v Savi pri Ljubljani (Laze–Jevnica), Dravi pri Mariboru in Soči pod Anhovem. Določali so vsebnost gama sevalcev in H–3.

2. Zrak – Dnevno vzorčenje v Ljubljani, na Jezerskem, na Predmeji. Opravljena je visokoločljivostna mesečna izotopska analiza sevalcev gama.

3. Zemlja – Odvzem dveh vzorcev (maj in oktober) na treh globinah: 0–5 cm, 5–10 cm in 10–15 cm na travnatih površinah (neobdelana zemlja) v Ljubljani, Kobaridu in Murški Soboti. Ugotavlja se vsebnost sevalcev gama in Sr–90. Hitrost doze zunanjega sevanja gama merijo v Ljubljani, Mariboru, Novem mestu, Celju, Novi gorici, Portorožu, Murški Soboti, na Krederici in v Lescah. Poleg teh meritev se merijo mesečne doze zaradi zunanjega sevanja na 50 lokacijah.

4. Padavine – Kontinuirano se zbira vzorci trdnih in tekočih padavin v Ljubljani (JS in ZVD) Kobaridu, Murški Soboti in Novem mestu. Meritve sestavljenega mesečnega vzorca z visokoločljivostno izotopsko analizo gama sevalcev in Sr–90 opravljajo v Ljubljani, v ostalih mestih pa iz sestavljenega mesečnega vzorca.

5. Pitna voda – Trimesečne analize sevalcev gama, specifične analize Sr–90 in H–3 opravljajo v Ljubljani, Celju, Mariboru, Kopru, Škofji Loki in Kranju (Krvavec).

6. Hrana – V hrani rastlinskega in živalskega izvora opravljajo meritve vsebnosti gama sevalcev in Sr–90 na lokacijah v Ljubljani, Novem mestu, Kopru, Celju, Murški Soboti, Mariboru, Slovenj Gradcu in Novi Gorici.

Zaradi velike zastopanosti mleka v prehrani so opravljene mesečne analize v Ljubljani, Bohinjski Bistrici, Kobaridu in Murški Soboti.

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

Rezultati meritev koncentracij aktivnosti v osnovnih elementih biosfere, to so zemlja, zrak in padavine v letu 1994, ne kažejo bistvenega zmanjšanja v primerjavi z letoma 1992 in 1993.

Meritve hitrosti doz zunanjega sevanja gama kažejo, da znaša černobilski prispevek povprečno za Slovenijo še vedno okrog 17% – 30% celotne izmerjene zunanje doze. Povprečna letna doza zunanjega sevanja gama v Sloveniji, določena s celoletnimi meritvami s termoluminiscentnimi dozimetri, je bila v letu 1994. 888 μ Sv.

Rezultati meritev specifične aktivnosti vzorcev neobdelane zemlje iz Ljubljane, Murske Sobotne in Kobarida kažejo podobno porazdelitev Cs–134/Cs–137 med vsemi plastmi kot v letu 1992 in 1993, s tem, da je opaziti v Ljubljani in Kobaridu praktično enakomerno porazdelitev Cs–134/Cs–137 med vse tri plasti, v Murški Soboti pa je 70% kontaminacije s Cs–134/Cs–137 v prvi plasti. Razlika med lokacijami gre na račun različnih padavinskih območij in pedoloških značilnosti tal. Sr–90 je prav tako kot leto popreje enakomerno porazdeljen med vse tri plasti.

Meritve specifične aktivnosti sevalcev gama v vzorcih hrane rastlinskega porekla (zelenjava) v tem letu niso pokazale večjega padca aktivnosti. Aktivnost vzorcev sadja je praktično na isti ravni kot leto popreje. Osnovni način za kontaminacijo zelenjave s Cs–134/Cs–137 je foliarni depozit, ki pa je bil v letu 1994 zanemarljiv, oz. ga sploh ni bilo. Sr–90 pa se zaradi svoje mobilnosti lahko vseeno vgradi v zelenjavo preko korenin. Tudi aktivnost sevalcev gama in Sr–90 v vzorcih sadja je z nekaj izjemami približno enaka kot leto popreje.

Meritve specifične aktivnosti sevalcev gama in Sr–90 v vzorcih hrane živalskega porekla so pokazale, da je kontaminacija v letu 1994, kar zadeva Sr–90, na isti ravni kot leto popreje.

Na podlagi izmerjenih koncentracij umetnih radionuklidov v vzorcih hrane in ob upoštevanju normativa vnosa hrane v telo, kot ga je posredoval Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije iz Ljubljane, so izračunane predvidene efektivne ekvivalentne doze sevanja zaradi ingestije za otroke do 5. leta starosti in odrasle. Poleg tega so izmerili letno dozo zaradi zunanjega sevanja gama v večjih mestih v Sloveniji. Celotna doza zaradi ingestije in zunanjega sevanja je za otroke do petega leta starosti 74 μ Sv, za odrasle pa 71 μ Sv, največ na račun zunanjega sevanja gama. Ocenjene doze sevanja kažejo, da je letni prispevek umetnih radionuklidov istega velikostnega razreda kot leto poprej.

Letna doza zaradi zunanjega sevanja gama izmerjena s TLD, je v Ljubljani 876 μ Sv, od tega na račun černobilske nesreče 146 μ Sv.

Na podlagi meritev radioaktivnosti življenjskega okolja Republike Slovenije sta izvajalca ugotovila, da v letu 1994 niso bile prekoračene meje letnega vnosa umetnih radionuklidov v organizem, predpisane v Pravilniku o največjih mejah kontaminacije človekovega okolja in o dekontaminaciji (Ur. l. SFRJ, št. 8/87).

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

Meritve radioaktivnosti v okolici NE KRŠKO, Poročilo za leto 1993 (2) obravnavajo tudi »Problematiko jodov« v vodah reke Save. Opravljena je primerjava koncentracije joda J–131, od vključno ljubljanske čistilne naprave v Zalogu na Ljubljani tik pred iztokom v Savo, v Savi v Lazah ob desnem bregu – približno 3 km sotočno od izliva Ljubljaničice, v Krškem, v Brežicah in na Jesenicah. V letu 1993 je ugotovljena približno stokratno večja specifična aktivnost J–131 v savski vodi pri ljubljanski čistilni napravi, kakor v savski vodi po NE Krško v Brežicah. Podobno sliko dajejo tudi meritve v letu 1994, ko je bila specifična aktivnost J–131 v Zalogu pri

Ljubljani okoli 300 Bq/m³, v Krškem, Brežicah in Jesenicah na Dolenjskem pa okoli 13 Bq/m³ (meritve IJS). Jod je bil odkrit tudi v vzorcu Savinje pri Celju, kjer je bila specifična aktivnost okoli 2 Bq/m³. Pojav joda je povezan z dejavnostjo lokalnih centrov za nuklearno medicino, ki uporabljajo J-131 v diagnostične in terapevtske namene. Specifična aktivnost Cs-137 se je gibal v območju 0,35 do 0,77 Bq/m³, kar je približno

enako kot leto popreje.

Spričo visoke kontaminacije Save zaradi bolnišnic je povsem zanemarljiv prispevek J-131 in bolj ali manj tudi drugih iztek iz NE Krško. Za izboljšanje tega stanja bo potrebno urediti načine izpuščanja radiološko kontaminiranih odpadnih vod iz bolnišnic z zadrževalnimi prestrezniki (razpadanje joda).

Tabela št. 23: Radioaktivnost v Sloveniji – Srednja letna aktivnost Sr-90 (Bq/m²) plasti tal globine 0–5 cm (travnata površina)

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

+ Sprememba mesta vzorčevanja

* Meritve, zaradi prisotnosti drugih, kratkoživih sevalcev beta iz črnobilskega vseda v vzorcih, niso zanesljive. To indicirajo tudi izmerjene vrednosti v naslednjem letu, ki so že skoraj »normalne«, kljub temu, da stroncij ne more tako hitro migrirati iz površne plasti in je njegova razpolovna doba 29 let.

Tabela št. 24: Radioaktivnost v Sloveniji – Spremljanje aktivnosti Sr-90 v mleku in padavinah

Leto	MLEKO Sr-90(Bq/kg)		PADAVINE Sr-90(Bq/m ³)		PADAVINE (mm)	
	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	0.40	0,87	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

+ Podatek ni popoln – manjka mesec MAJ

* Meritve, zaradi prisotnosti drugih, kratkoživih sevalcev beta iz črnobilskega vseda v vzorcih, niso zanesljive.

Tabela št. 25: Radioaktivnost v Sloveniji – Zunanje sevanje gama, Ljubljana

Leto	Skupna doza zunanjega sevanja (μ Sv)	Prispevek Černobila (μ Sv)
1988	1080	360
1989	1131	280
1990	994	220
1991	966	190
1992	975	190
1993	904	180
1994	876	146

Vira: 1. Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije za leto 1994, ZVD, Ljubljana, maj 1995 in

2. Meritve radioaktivnosti v okolici NE Krško, Poročilo za leto 1994, IJS, IJS-DP-6957, Ljubljana, marec 1995

6.3. Meritve radona v Sloveniji

Prve meritve radona (Rn-222) v Sloveniji leta 1969 so vezane na Rudnik urana Žirovski vrh. Institut Jožef Stefan je nekaj let izvajal redni radiološki nadzor rudnika in v ta namen modificiral takrat obstoječo merilno tehniko za meritve radona in radija ter razvil svoj merilni sistem. Meritve v rudniku je kasneje prevzela služba za zaščito pred sevanji v rudniku;

Institut Jožef Stefan pa še vedno opravlja redni nadzor meritev radona in njegovih razpadnih produktov v zunanjem zraku in radija (Ra-226) v izcednih vodah v neposredni bližini Rudnika Žirovski vrh.

V letih med 1975 in 1985 so na Institutu Jožef Stefan izvajali meritve radona v kraških jamah, zdraviliščih in premogovnikih ter meritve radona in radija v vodah. Izmerjeni radon v kraških

jamah (12 turističnih in 26 ostalih kraških jam) je bil v območju koncentracij med 20 in 7000 Bqm³. Koncentracije radona in radija v mineralnih in termalnih vodah slovenskih zdravilišč v splošnem niso bile visoke, z izjemo nekaj primerov (radon: Tuhijska Dolina, Dolenjske Toplice in radij: Moravci). Med rudniki Mežica, Idrija, Velenje–Preloge, Trbovlje, Zagorje, Hrastnik, Laško in Senovo, kjer so prav tako opravljene meritve, so dobili visoke koncentracije radona v rudnikih Idrija in Mežica). V istem obdobju so izmerili tudi koncentracije radona, radija, naravnega urana in beta aktivnosti v približno 700 vzorcih površinskih voda in 500 vzorcih podtalnic. Koncentracije radona v površinskih vodah so bile v območju 95 do 5370 Bqm³, v podtalnicah od 50 do 75000 Bqm³, medtem ko so bile koncentracije radija med 0,5 in 7,1

Tabela št. 26: Turistične kraške jame – izračunane aktivnosti inhaliranega radona in ocenjene bronhialne ter efektivne doze pri vodenem odraslem obiskovalcu (poletni čas), (6), 1987.

Kaška jama	Dolžina jame	Razkazna dolžina	Zadržev. čas	Število turistov	Inhalirani radon	ocenjena bronhialna doza	ocenjena efektivna doza
	m	m	min	oseb/leto	Bq/osebo	μSv/osebo	μSv/osebo
Postojna	16500	5000	80	800 000	2500	135	8
Pivka	2500	1500	60	5 500	< 98	< 5	< 0.3
Planina	6000	900	60	1 400	190	10	0.6
Škocjan	5100	2300	120	37 500	480	26	1.6
Vilenice	1300	1000	60	8 000	< 260	< 14	< 0.8
Dimnice	1200	800	60	800	< 235	< 13	< 0.8
Kostanjevica	438	300	30	1 200	< 100	< 5	< 0.3
Pekel	1200	400	45	26 000	< 50	< 3	< 0.2
Tabor	360	327	60	8 600	10000	540	32
Železna	120	100	15	1 400	150	8	0.5
Francetova	20	20	10	1 200	270	15	0.9
Križna	8200	800	60	300	595	32	1.9

Tabela št. 27: Koncentracije radona v zraku v rudnikih (7)

Rudnik	Območje Bq/m ³	Povprečje Bq/m ³
Mežica -Graben	590 - 76900	1419±498*
Idrija	185 - 1050	658±254
Velenje - Preloge	70 - 655	171±160
Trbovlje	30 - 400	129±126
Zagorje	100 - 445	264±151
Hrastnik	50 - 135	102±35
Laško	95 - 455	281±118
Senovo	250 - 465	334±94

* meritev 76900 Bq/m³ ni upoštevana

Bqm³ v površinskih vodah in med 0,5 in 510 Bqm³ v podtalnicah. Radioaktivnost površinskih voda je višja v predelih nahajališč uranove rude, fosfatne industrije in predelov bogatih s termalno in mineralno vodo.

Leta 1985 so opravili prve preliminarne meritve radona v bivalnem okolju na nekaterih geološko različnih in tudi drugače ekološko zanimivih lokacijah (Ljubljana, Pohorje, Žirovski vrh, Velenje, Zasavje, Gorenjska, Krško). Teh rezultatov je bilo premalo in niso mogli nuditi dovolj argumentirane osnove za oceno obremenitve prebivalstva. Zato je Institut Jožef Stefan v letu 1990 začel s sistematičnimi raziskavami radona v bivalnem okolju v okviru slovenskega nacionalnega programa meritev radona, ki ga je financiralo Ministrstvo za zdravstvo.

Tabela št. 28: Koncentracija radija v pitni, mineralni in termalni vodi

Voda	Konc. radija (Bq/m ³)	Konc. radona (Bq/m ³)	Leto odvzema	Vir podatka
Mineralna voda Radenci	215		1986	2
Kopalna voda Radenci	240		1986	2
Termalna voda Podčetrtek	140		1984	3
Vodovod Ljubljana	0.68		1994	14
Vodovod Maribor	5.5		1994	14
Vodovod Celje	3.4		1994	14
Vodovod Kranj	1.9		1994	14
Vodovod Škofja Loka	1.6		1994	14
Hotel Toplice, Bled	7.4	4800	1974	13
Hotavje	11.1	18000	1974	13
Pirniče	7.4	13000	1974	13
Tuhinjska dolina Nova vrtina Nova vrtina Izvir poleg ceste	7.4 11.1 7.4	63000 23000 27000	1973	13
Medijske toplice	25.9	5500	1992	13
Kotlje	129.5	5500	1974	13
Topolščica Izvir Bazen		15000 12000	1974	13
Dolenjske toplice	114.7	51000	1977	13
Rimske toplice	29.6	600	1972	13
Šmarješke toplice Bazen 1 Bazen 2	70.3 92.5	9000 6000	1972	13
Laško, bazen	125.8	5300	1972	13
Laško, bazen	55.5	14000	1976	13
Laško Novi izvir Glavna vrtina Južna vrtina	37 48.1 29	9500 5200 7400	1973 1972 1972	13

Voda	Konc. radija (Bq/m ³)	Konc. radona (Bq/m ³)	Leto odvzema	Vir podatka
Dobrna Izvir Bazen	18.5 29.6	1000 8200	1977	13
Frankolovo Bazen Bazen	37 14.7	28000 11700	1977	13
Bušeča vas	37	5500	1972	13
Dobrina 1 Dobrina 2 Toplice	14.7 18.5 11.1	8732 10360 4366	1975 1975 1975	13
Hanjsko	11.1	12950	1975	13
Podčetrtek	62.9	29230	1975	13
Rogaška slatina	125.8	185	1972	13
Čatež Bazen Izvir	29.6 44.6	29415 13542	1975 1976	13
Radenci	210	7700	1976	13
Petanjci	44.6	1295	1976	13
Banovci	170.6	851	1976	13
Moravci, bazen	614.2	4625	1976	13

Tab. 29: Naravna radioaktivnost površinskih vodotokov (15)

Površinski vodotok	Radon - 222 Bq/m ³	Radij - 226 Bq/m ³	Leto odvzema
Sava			1975
Slap Savica	110	1,1	
Bohinjsko jezero, iztok	100		
Lesce/Bled	190	< 0,5	
Zelenci	5400		
Hrušica/Jesenice	740	< 0,5	
Posavec/Otoče	230	< 0,5	
Breg/Kranj	290	< 0,5	



DOZA ZUNANJEGA SEVANJA

TL DOZIMETRI
KONTINUIRNI
MERILNIKI
HITROSTI DOZE
ZUNANJEGA
SEVANJA:

- ⑤ Z METEOROLO-
ŠKO POSTAJO
④ IN BREZ NJE

- 1 - LIBNA
- 2 - SPODNJI STARI
GRAD
- 3 - PESJE
- 4 - GORNJI LENART
- 5 - BREŽICE
- 6 - SKOPICE
- 7 - VIHRE
- 8 - CERKLJE
- 9 - BREGE
- 10 - LESKOVEC
- 11 - KRŠKO
- 12 - KRŠKO
- 13 - NEK

Površinski vodotok	Radon - 222 Bq/m ³	Radij - 226 Bq/m ³	Leto odvzema
Medvode, pred iztokom v Soro	740	< 0,5	
Šentjakob/Ljubljana	480	< 0,5	
Sava, po izlivu v Ljubljanico	790	1,2	
Zidani most	1400	25	
Krško	740	4,8	
Krško, NEK	530	4,0	
Brežice	300	2,2	
Jesenice/na Dolenjskem	580	2,5	
Sora, Poljanska			1977
Gorenja vas, nad RŽV	740	1,9	
Poljane, pod RŽV	850	10	
Ljubljana			1974
Reka Pivka/Pivka	3400	1,5	
Pivka, pred iztokom v Postojnsko jamo	870	7,1	
Reka Unica/Planina	710	2,6	
Ljubljana/Vrhnika	480	1,9	
Ljubljana pred Ljubljano	1300	< 0,5	
Ljubljana pred izlivom v Savo	370	< 0,5	
Krka			1975
Izvir	3700	< 0,5	
Vas Krka	1600	3,1	
Žužemberk	590	1,9	
Straža	520		
Muhaber pod Turško goro	590	< 0,5	
pred izlivom v Savo	590	1,2	
Mura			1986
Gornja Radgona		28	
Radenci		23	
Veržej		32	
Razkrižje		19	

Površinski vodotok	Radon - 222 Bq/m ³	Radij - 226 Bq/m ³	Leto odvzema
Soča			1974
Izvir	250	< 0,5	
Žaga/Bovec	290	1,9	
Idrsko/Kobarid	350	1,2	
Tolmin	340	1,5	
Plave	280	1,1	
Solkan	240	1,5	
Idrijca			1974
Spodnja Idrijca pod rudnikom živega srebra	1300	2,3	
Bača/Modrej nad izlivom v Sočo	820	1,5	
Vipava			1986
Izvir		5,9	
Miren	150	2,3	
Hubelj			1986
Izvir		7,1	
Rižana			
Izvir		8,5	
pred izlivom v morje		8,4	
Dragonja			1986
Izvir		17	
Reka			1978
nad Škocjanskimi jamami	70	< 0,5	
Trst (Timava)		6,5	
Kolpa			1974
Sečje/Vinica	480	3,3	
Radoviči/Rosalnica	910	4,5	
Kokra			1974
Jezersko	410	< 0,5	
Preddvor	1300	1,1	
Oljarica/Britof, nad	340	1,7	
Oljarica/Britof, pod	95	< 0,5	

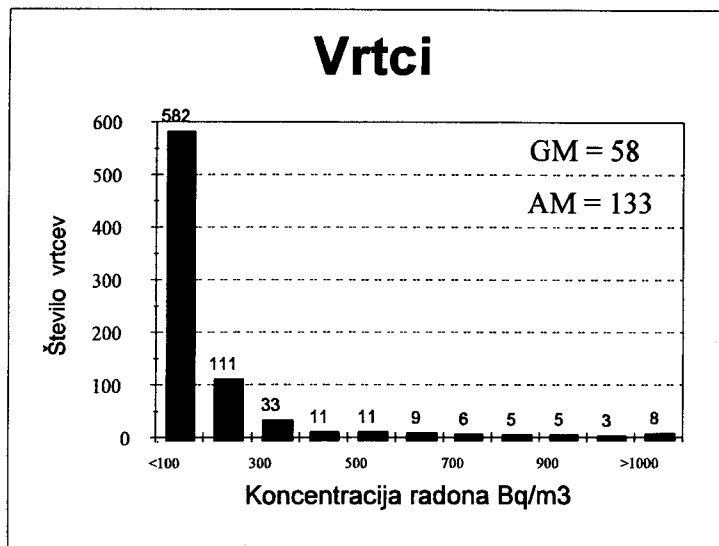
Površinski vodotok	Radon - 222 Bq/m ³	Radij - 226 Bq/m ³	Leto odvzema
pred izlivom v Savo	95	< 0,5	
Savinja			1974
Savinja nad izlivom v Pako	150	1,1	
Polzela	280	1,5	
Megojnica	200	1,5	
Savinja pod Celjem	730	< 0,5	
Savinja pod Laškim	440	1,5	
Savinja pred Zidanim mostom, pred izlivom v Savo	370	1,5	
Sotla			1974
Rogatec	220	1,9	
Podčetrtek (Atomske toplice)	1500	4,1	
Drava			1975
Dravograd	1200	1,5	
Mariborski otok	300	2,6	
Zgornji Duplek	1700	1,9	
Borl	3800	2,2	
Središče	450	2,2	
Dravinja			1974
Dravinja nad Zrečami	450	1,9	
Dravinja pod Zrečami	340	1,5	
Slovenske Konjice	200	2,2	
Majšperk	340	1,5	
Stagovice	360	1,5	

6.4. Meritve radona v šolah in vrtcih

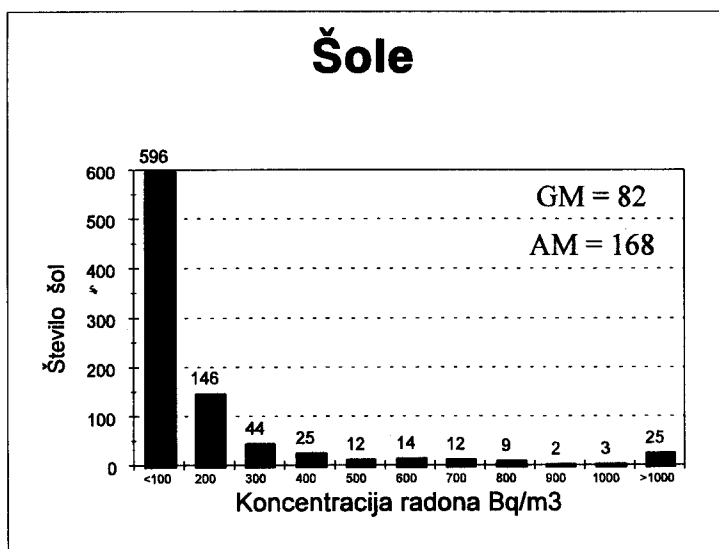
Do sedaj so izmerili koncentracije radona v vseh 730 otroških vrtcih ter 888 osnovnih in srednjih šolah. V vrtcih in šolah so izmerili trenutne koncentracije radona in kot osnovno merilno tehniko uporabili scintilacijske celice. Meritve so izvajali pri najslabših pogojih in sicer v zimskem času, zgodaj zjutraj, v prostoru, ki je bil zaprt dvanajst ur pred meritvijo. V 69% zgradb so bile koncentracije radona pod 100 Bqm⁻³ in v približno 2% zgradb nad 1000 Bqm⁻³. Ocenjene so učinkovite

ekvivalentne doze in ugotovljeno je, da so večinoma nizke in da prejmejo otroci v vrtcu ali šoli ponavadi le 5% do 10% celotne doze. V primeru povišanih koncentracij radona, kjer so obremenitve otrok in osebja večje, pa bo v bodoče potrebno posvetiti več pozornosti. Nekaj primerov povišanih koncentracij radona so že raziskali; dva vrtca z najvišjimi trenutnimi koncentracijami radona, okrog 6000 Bqm⁻³, sta sanirana (11). Največ vrtcev in šol s povišanimi koncentracijami radona je na Krasu, kar pomeni, da na koncentracijo radona v največji meri vpliva geološka sestava in struktura tal.

Slika št. 26: Koncentracije radona v vrcih Bq/m³ (9)

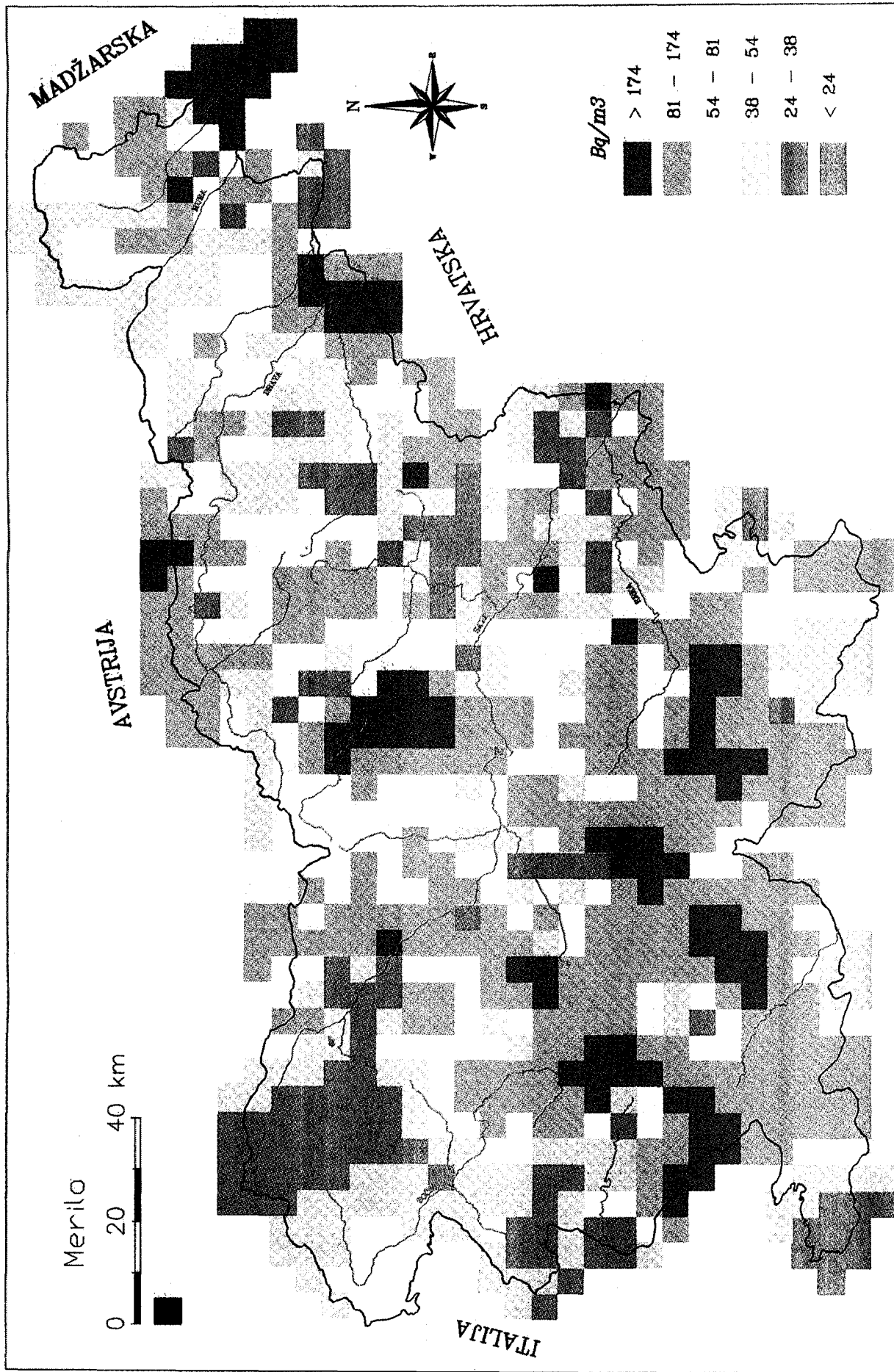


Slika št. 27: Koncentracije radona v šolah Bq/m³ (9)



GM = Geometrična srednja vrednost
AM = Aritmetična srednja vrednost

Slika št. 28: Radonska karta Slovenije



Karta naravne radioaktivnosti Slovenije

Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko

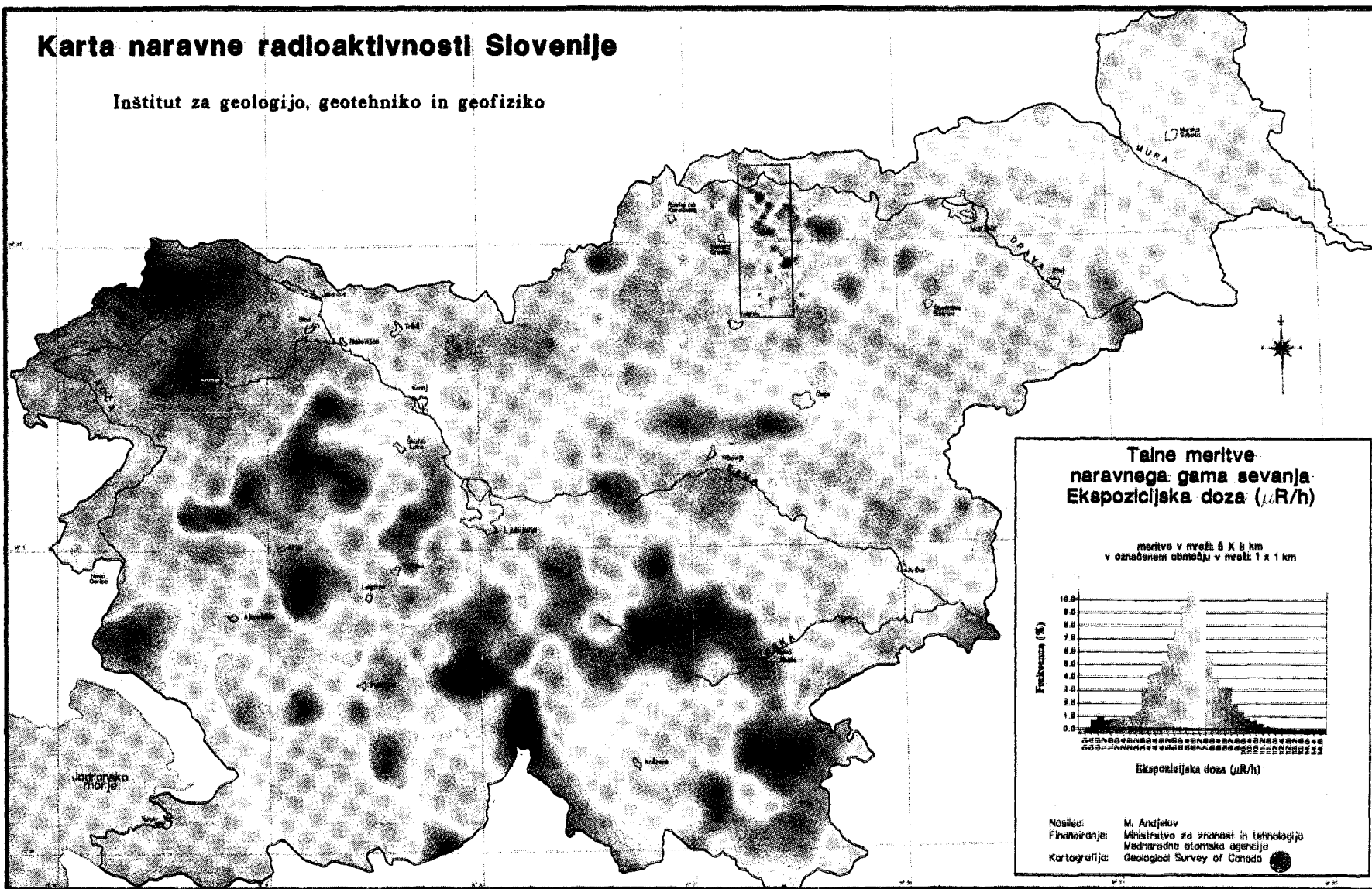


Tabela št. 30: Zbirna tabela srednjih vrednosti koncentracij radona v vrtcih in šolah po Sloveniji po območjih (8, 12)

Vrtci					Šole				
Področje (število vrtcev :število otrok)	radon Bqm ⁻³				Področje (število šol : število dijakov)	radon Bqm ⁻³			
	min	max	arit. sr.	geo sr.		min	max	arit. sr.	geo sr.
Ljubljana 193:22900	10	5606	194	74	Ljubljana 224:83054	20	3595	231	102
Maribor 160:10800	10	945	91	53	Maribor 151:47284	20	1286	97	63
Celje 120:9750	7	514	63	43	Celje 137:46798	14	1787	125	70
Kranj 53:4950	8	1089	149	69	Kranj 79:23193	33	1468	203	112
Nova Gorica 32:2850	9	1539	130	49	Nova Gorica 80:16640	10	3504	164	82
Koper 31:3350	17	208	44	35	Koper 32:12807	37	255	73	65
Postojna 24:1850	23	5750	518	156	Postojna 38:8386	26	3224	318	171
Novo mesto 62:5350	10	939	136	72	Novo mesto 86:26227	17	4690	226	95
Murska Sobota 55:3800	10	270	56	41	Murska Sobota 61:14246	12	343	67	48

Viri: 1. Atmospheric Radon Concentrations in Dwellings in Slovenia, Yugoslavia, Sci. Total Environ., Vol. 70, 1988.
 2. Radiation Doses at the Radenci Health Resort, RPD, Vol. 20, No. 4, 1987,
 3. Radioactivity of the Atomic Spa at Podčetrtek, HP, Vol. 53, No. 3, 1987,
 4. Natural Radioactivity of Fresh Waters in Slovenia, EL, Vol. 16, 1990,
 5. Radionuclides in Effluent from Coal Mines, a Coal-fired Power Plant, and Phosphate Processing Plant in Zasavje, HP, Vol. 58, No 1, 1990,
 6. Atmospheric Rn in Tourist Caves of Slovenia, HP, Vol. 52, No. 4, 1987 in
 7. Radon Concentrations in the Air of Slovene Underground Mines, EL, Vol. 16, 1990.

8. Koncentracije radona v vrtcih in šolah Slovenije, IJS-DP-7236, 1994.
 9. Meritve radona v Sloveniji, Vaupotič, Kobal, 1995.
 10. Koncentracija radona v bivalnem okolju Slovenije, IJS-DP-7164, 1995.
 11. Radon level reduction in two kondergardens in Slovenia, HP, Vol. 66, No.5, 1994.
 12. Systematic Indoor Radon and Gamma Measurements in Kindergardens and Play Sools in Slovenia, HP, Vol. 66, No. 5, 1994
 13. Radioactivity of Thermal and Mineral Springs in Slovenia, HP, Vol. 37, 1979.
 14. Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije za leto 1994, ZVD, Ljubljana, maj 1995
 15. Natural Radioactivity of Fresh Waters in Slovenia, Yugoslavia, EL, Vol. 16, 1990.

6.5. Koncentracija radona v bivalnem okolju Slovenije

Program meritve radona v bivalnem okolju Slovenije je naročilo Ministrstvo za zdravstvo, izvaja pa ga Inštitut Jožef Stefan.

Meritve so opravljene v 892 (0.2%) naključno izbranih slovenskih domovih od skupno 463000 stanovanjskih zgradb, koliko

jih je po podatkih Zavoda za statistiko v Sloveniji, v obdobju od novembra 1993 do februarja 1994. Gostota točk je primerna za naše geološke razmere. Na osnovi teh meritve je izdelana karta koncentracij radona v bivalnem okolju Slovenije. Podatki o povprečni, srednji, maksimalni in minimalni vrednosti koncentracij radona izmerjenih pozimi v večjih mestih na področju Slovenije so podani v tabeli št. 31.

Tb. št. 32: Koncentracije radona v Sloveniji, izmerjene pozimi 1993/1994.

	Število meritev	Koncentracija (Bq/m ³)			
		Povprečna (aritmetična)	Minimalna	Maksimalna	Srednja (mediana)
SLOVENIJA	892	121.0	7.4	1889	74.2

Meritve radona so izvedene v zimskem času, to je v obdobju, ko so koncentracije radona v zaprtih prostorih v splošnem

najvišja. Dobljene vrednosti so preračunane na celoletna povprečja v skladu z rezultati dosedaj opravljenih raziskav in na osnovi svetovne prakse.

Tb. št. 31: Koncentracija radona v Sloveniji, izračunana srednja celoletna »popravljen« vrednost.

	Število meritev	Koncentracija (Bq/m ³), srednja celoletna vrednost		
		Aritmetična	Geometrična	Mediana
SLOVENIJA	892	87	59.6	54

Mrežna radonska karta Sl. 28 kaže v južnem delu Slovenije (na kraškem področju) močno podobnost s karto vsebnosti radonovih potomcev in urana v povrhnjih tleh. Tako se pojavljajo najvišje koncentracije radona v hišah prav na Krasu (Sežana 280 Bq/m³), pa tudi na kraškem svetu na področju Logatca in Vrhnike 160 Bq/m³, Cerknice 120 Bq/m³, ter Kočevja 160 Bq/m³ in Ribnice 210 Bq/m³. Na tem področju z značilnimi kraškimi pojavi je večja možnost prehoda radona iz tal v bivalne prostore. Tudi ob močnejših tektonskih prelomnicah kot sta idrijski in predjamski prelom, ter savski prelom je transport radona na površje olajšan v primerjavi s področji, kjer prevladujejo močno nepropustne plasti.

Nadalje se povečane koncentracije v domovih pojavljajo na manj obsežnih področjih:

- v vzhodnem delu Prekmurja
- v zahodnem delu Štajerske (Mozirje 140 Bq/m³)
- v vzhodnih Halozah
- v predelu južno od Ptuja (Ptuj 123 Bq/m³)
- na področju Kranja 140 Bq/m³
- na področju Jesenic 100 Bq/m³
- na področjih Idrije in Škofje Loke 110 Bq/m³

Rezultati kažejo, da so koncentracije radona v mestih nižje kot na podeželju. Najvišje koncentracije so bile izmerjene v enodružinskih hišah, najnižje v stanovanjskih blokih. To se posebno lepo vidi v Ljubljani, kjer so bile podpovprečne vrednosti izmerjene v mestu, medtem ko so bile koncentracije radona na obrobju mesta, izven gosto urbaniziranega okolja, najvišje (Ljubljana, od 53 do 96 Bq/m³). Na splošno je pričakovati v starejših hišah več radona kot v novih. Koncentracije radona v zgradbah iz elektrofilterske opeke v večjih mestih (Celje, Maribor, Velenje, 68 Bq/m³) so enake in ne veliko nad slovenskim povprečjem. To se ujema z ugotovitvami, da gradbeni material na splošno ne prispeva bistveno k povečanim koncentracijam radona v stanovanjih.

Koncentracija radona v zaprtih prostorih v Sloveniji se uvršča v značilni srednjeevropski razred, kjer so izmerili večinoma 40–60 Bq/m³. Rezultati meritev radona v stanovanjih v sosedni Avstriji in Italiji kažejo podobne vrednosti.

Izmerjene koncentracije radona so za slovenski klimatski prostor povsem pričakovane.

Vir: Koncentracija radona v bivalnem okolju Slovenije (zaključno poročilo), Institut »Jožef Stefan«, IJS-DP-7164, januar 1995.

6.6. Mejne koncentracije radona v nekaterih državah

Najvišje koncentracije radona, ki jih v bivalnih prostorih še lahko toleriramo, v posameznih državah niso enotno določene in se spreminjajo. Vsaka država upošteva pri pripravi takšnih določil predvsem svoje geološke in mikroklimatske značilnosti. Mejne povprečne koncentracije radona, pri katerih je potrebno ukrepati so v spodaj navedenih državah naslednje:

Švedska	400 Bq/m ³
Norveška	400 Bq/m ³
Velika Britanija	200 Bq/m ³
Nemčija	250 Bq/m ³
Finska	400 Bq/m ³
Kanada	750 Bq/m ³
ZDA	150 Bq/m ³
Irska	200 Bq/m ³
Češka	100 Bq/m ³

Mednarodna komisija za radiološko varnost priporoča ukrepanje na delovnem mestu pri koncentracijah radona od 500 do 1500 Bq/m³ (International Commission on Radiation Protection, 1993).

V Osnovnih varnostnih standardih Mednarodne agencije za atomsko energijo je v zvezi s kronično ekspozicijo z radonom v stanovanjih navajano, da je, tehtaje ceno in korist ukrepa, optimalna letna povprečna koncentracija radona za ukrepanje v stanovanju med 200 in 600 Bq/m³. Za ukrepanje v delovnih prostorih pa je optimalna povprečna koncentracija 1000 Bq/m³.

Vira: International Basic Safety Standards for Protection against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources, IAEA (Jointly sponsored by FAO, IAEA, ILO, OECD/NWA, PAHO, WHO), 1994.

International Radiation Protection Association, IRPA-2031, 1993

6.7. Elektrofilterski pepel

V vseh vrstah premoga so prisotni naravno radioaktivni izotopi uranove in torijeve vrste ter izotop kalija K-40. Velikost

koncentracij teh radionuklidov zavisi od vrste premoga in so v splošnem precej podobne koncentracijam v zemlji. Pri zgoznavanju premoga se vsebnost naravnih radionuklidov na enoto mase v nastalem pepelu poveča za 2.5 do 6-krat. Odlagališče takega materiala lahko predstavlja potencialni vir radioaktivnega onesnaženja okolja posebej pa elektrofilterski pepel (EFP), ki je mineralni ostanek zmetlega premoga v termoenergetskih filterih. Študije, ki so opravljene na inštitutu »Jožef Stefan« in Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo ugotavljajo:

– Meritve sevanja žarkov gama neposredno na sami površini odlagališča EFP kažejo 2 do 3 – kratno naravno ozadje oz. 1.5 do 2-kratno sedanjo »počernobilsko« vrednost hitrosti absorbirane doze zaradi zunanjega sevanja gama. Sevanje z deponij z oddaljenostjo upada in že po nekaj 10 metrih postane zanemarljivo. Še več, če se prekrije odložen pepel s plastjo zemlje ali peščenega nasutja, se zaradi absorpcije žarkov gama v manj aktivnem materialu nasutja, zniža oz. pri zadostni debelini, tudi praktično odpravi.

– Odprte in nesansirane površine odloženega pepela ne predstavljajo dodatnega vira zapraševanja okolice. Pepel na površini naredi v kratkem času, ko pride v stik z vlago, trdno

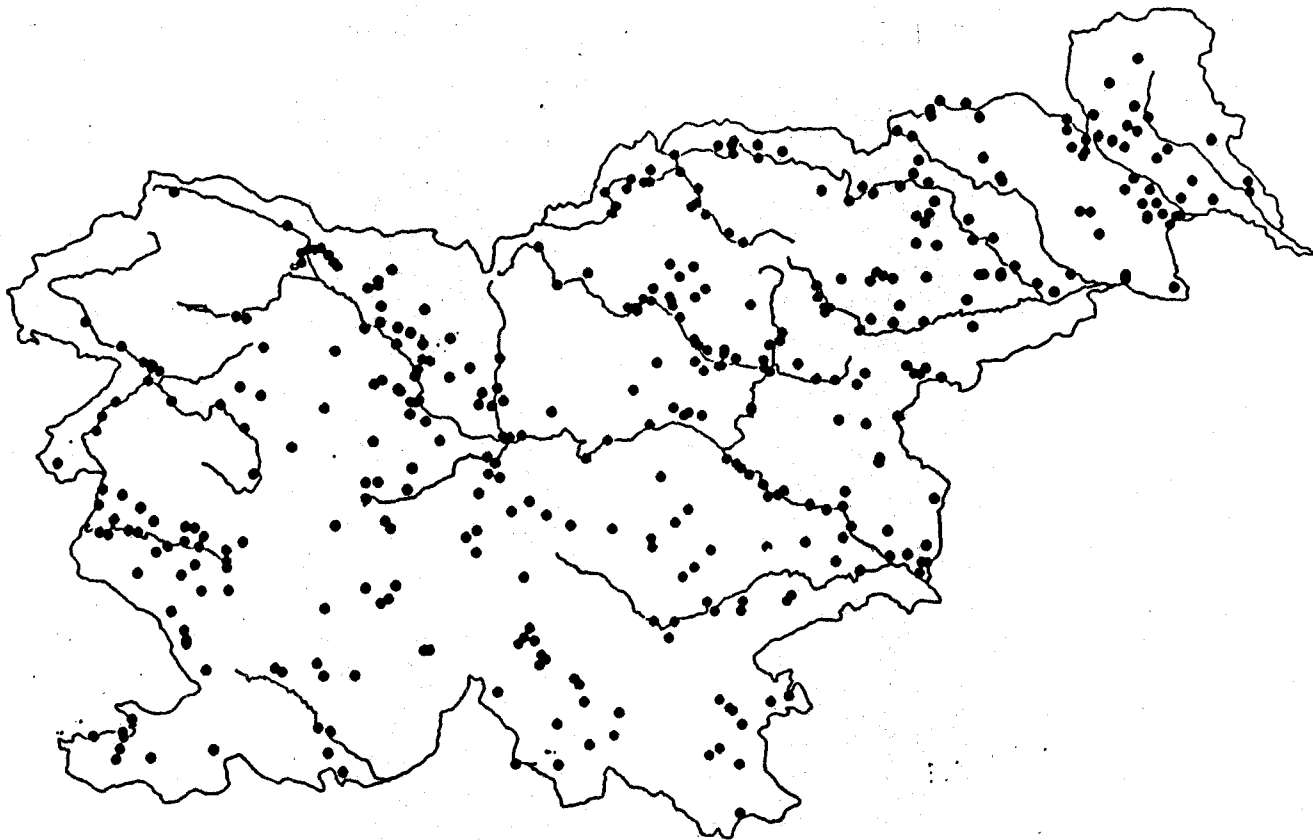
skorjo, ki (dokler se ta skorja ohranja) preprečuje prašenje. Tako dolgoživi radionuklidi uranove in torijeve vrste ter kalij-40 po odložitvi pepela ostanejo na odlagališču in ne kontaminirajo okolice, zraka in pridelkov. Potencialno nevarnost predstavlja onesnaževanje zraka s prahom, ki ga vdihujemo in, ki je posledica malomarnosti pri transportu pepela.

– Prebivalci v neposredni bližini odlagališč niso izpostavljeni dodatnemu sevanju iz deponij, če jih varujejo po eni strani zaščitna prekritja oz. zadostna oddaljenost od samega odlagališča, vsaj 30 – 50 metrov.

– Potencialni vplivi urejenih deponij na okolje zaradi izluževanja so obvladljivi. Isto velja za zasipanje v gradbeništvu (ceste), medtem ko je zasipanje gramoznic z vidika vplivov na podtalnico problematično. Vsakakor je potrebno monodeponije EFP locirati izven rezervatov pitne vode in izvršiti predhodno oceno maksimalnega možnega vpliva izcednih vod na podtalnico in vodotoke.

Vira: Vplivi sevanja na okolje iz odlagališč premogovega pepela iz TE-TO Ljubljana, IJS, 1989 in Kemijska karakterizacija in kinetika izluževanja EFP, FNT, 1988.

Slika št. 29: Lokacije vzorčnih točk za meritev radona v slovenskih domovih



6.8. Nadzor radioaktivnosti v življenjskem okolju

Nadzor radioaktivnosti v življenjskem okolju Slovenije opravlja Zdravstvena inšpekcija Republike Slovenije, preiskave radioaktivnosti okolja v Sloveniji pa sta preiskovala ZVD in IJS, ki sta merila tudi kontaminacijo okolja NEK, RZV in Reaktorja IJS v Podgorici po posebnih programih, ki so jih pred tem potrdili pristojni republiški organi. V letu 1994 ni bila nikjer zabeležena povišana kontaminacija okolja. V januarju

1994 je Zdravstvena inšpekcija ugotovila vzroke za povišano sevanje na merilni točki Nova vas pri Ptujju, ki je nastalo v letu 1993 zaradi izvajanja industrijske radiografije v neposredni sosesčini. Poleg sistematičnega nadzora radioaktivnosti okolja je bila pomembna dejavnost Zdravstvenega inšpektorata tudi nadzor radioaktivnosti nekaterih tovarov (lesa, uvoženega iz vzhodne Evrope in železa, uvoženega iz Pule ter odpadkov Save in Krke po prihodu v Luko Koper) zaradi možnosti kontaminacije z radioaktivnostjo.

Glede na rezultate dosedanjih meritev v okolici jedrskih objektov so bile učinkovite ekvivalentne doze na meji nizke (< 1% letne mejne vrednosti za prebivalce ob ograji NEK in nemerljive ob Reaktorju Podgorica). Rudnik urana Žirovski vrh je prenehal obratovati že leta 1990. Od takrat se je znatno zmanjšala koncentracija prašnih delcev v zraku. Kljub temu je prebivalstvo v okolici še vedno obremenjeno z radioaktivnostjo bolj kot drugje v Sloveniji zaradi povišane naravne koncentracije radona oz. njegovih potomcev na področju Gorenje vasi, ki pa ni kritično. Pomembnejši je nadzor Rudnika svinca in cinka Mežica, kjer so po ocenah delavci v rudniku lahko obremenjeni nad 50 mSv letno. Radiološke meritve v okolici jedrskih objektov so podane v poglavjih: 3.1.10., 3.2.3. in 3.3.5..

Pomembni so izpusti radioaktivnega joda-131 v Ljubljano, saj Klinika za nuklearno medicino in Onkološki inštitut porabita za terapevtske namene do 30 GBq oziroma do 20 GBq tega izotopa mesečno, nimata pa ustreznih zadrževalnih rezervoarjev.

6.9. Sevalna obremenjenost prebivalcev zaradi naravnega sevanja

Omeniti velja še, da je Institut Jožef Stefan za naročnika Ministrstvo za zdravstvo opravil meritve koncentracije radona v bivalnem okolju Slovenije (poglavje 6.5., poročilo št. IJS-DP-7164) ter predložil intervencijske nivoje (IJS-DP-7102/94) in metodologijo ocenjevanja prejetih doz (IJS-DP-7074/94). Izvod teh poročil je prejel tudi ZIRS. Najpomembnejše ugotovitve so:

– Izmerjene koncentracije radona v 892 slovenskih domovih v zimskem obdobju so bile med 7 in 1889 Bq/m³. Povprečna vrednost je znašala 121 Bq/m³, srednja pa 74 Bq/m³. Na podlagi teh merjenj domnevajo, da je povprečna (mediana) celoletna koncentracija okrog 54 Bq/m³, kar Slovenijo uvršča v značilni srednjeevropski razred, kjer so izmerili večinoma od 40 do 60 Bq/m³.

– Radonsko rizična območja so lahko v vsej Sloveniji, vendar so stanovalci v južnem delu države (kraško dinarski svet) bolj izpostavljeni radonu v hišah kot v drugih predelih. Trenutno razpolagamo s premajhnim številom merjenj, usmerjenih na kritična območja, da bi dobili vpogled v njihove specifičnosti.

– Na podlagi metodologije Mednarodne komisije za varstvo pred sevanji (ICRP 26 in ICRP 50) je določena povprečna vrednost prejete doze za prebivalca v Sloveniji 1,9 mSv/leto, kar se ujema z vrednostmi v drugih sosednjih državah.

– Izdelan je predlog sanacijske ravni za povprečno letno koncentracijo radona v bivalnem okolju v Sloveniji: 400 Bq/m³ za že zgrajene objekte in 200 Bq/m³ za bodoče gradnje, kar je v skladu z novejšimi mednarodnimi priporočili. Hitrost sanacije naj bi bila določena z vrednostjo 4000 Bq/m³ leto. Predlog navaja tudi akcijski nivo 500–1500 Bq/m³ za delovna mesta. Zavod za varstvo pri delu je skupaj z Institutom »Jožef Stefan« izvajal še nalogo z naslovom Radioaktivnost v življenjskem okolju Slovenije za leto 1994. Izsledki te naloge so podani v podpoglavju 6.2.

7.0. NADZOR NAD VIRI IONIZIRNIH SEVANJ IN NAD DELOM Z NJIMI

Nadzor nad viri ionizirajočega sevanja in nad delom z njimi opravlja Zdravstvena inšpekcija Republike Slovenije (ZIRS). Nadzor obsega jedrska objekta Nuklearno elektrarno Krško (NEK) in Institut »Jožef Stefan« (IJS) z reaktorjem TRIGA v Podgorici pri Ljubljani, Rudnik Žirovski vrh (RŽV), Rudnik svinca in cinka Mežica (RSCM), ter okrog 100 delovnih organizacij v gospodarstvu, kjer uporabljajo radioizotope (81 enot) in rentgenske aparate (65 enot) za kontrolo materialov ali pri krmiljenju delovnih procesov ter merjenju nivojev nasutega materiala v skladiščih. V zdravstvu nadzorujemo enote v klinikah, bolnišnicah ali inštitutih ter ambulate in laboratorije, kjer uporabljajo RTG naprave, pospeševalnike in radioizotope za diagnostiko in terapijo. Vire sevanj uporabljajo tudi v neka-

terih drugih raziskovalnih in izobraževalnih ustanovah. Zdravstveni inšpektorat (ZIRS) nadzoruje še prevoze radioaktivnih snovi v Sloveniji in skozi državne mejne prehode ter ionizacijske javljalnike požara.

Strokovni nadzor virov sevanj opravljata pooblaščen organizaciji – IJS in Zavod Republike Slovenije za varstvo pri delu (ZVD) Ljubljana v skladu z odločbo št. 180–1/80–81 z dne 9. 3. 1981, ki jo je izdal Republiški komite za zdravstveno in socialno varstvo.

7.1. Dozimetrija

V preteklem letu je bilo evidentiranih skupno 2600 delavcev, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj. Osebo dozimetrijo izvajata ZVD in IJS s filmskimi oziroma termoluminescentnimi dozimetri. ZVD nadzoruje večino gospodarstva in zdravstva. IJS nadzira dozimetrijo svojih delavcev, delavce Onkološkega inštituta, NEK, RŽV ter nekaj manjših enot v zdravstvu in gospodarstvu. ZVD in IJS redno dostavljata izide merjenj na ZIRS. V preteklem letu ni bilo nobene prekoračitve zakonsko določene mejne vrednosti 50 mSv, zaradi relativno visokih mesečnih doz pa smo nekajkrat (na Onkološkem inštitutu in Ministrstvu za notranje zadeve) morali opraviti poizvedbe o vzrokih. V več kot 98% primerov so delavci, ki delajo z viri ionizirajočih sevanj, prejeli manjše doze od 0.1 mSv mesečno, okrog 1% delavcev je prejelo dozo do 2 mSv mesečno. Delavcev, ki so prejeli med 2 in 4 mSv mesečno, je bilo manj od 0.5%. Ti delavci so bili predvsem iz NE Krško (remont ali superkompaktiranje), dve delavki Onkološkega inštituta (kontaminacije rok, delo v brahiterapevtskem oddelku), ter pet delavcev v industriji (radiografija z iridijem–192 ali RTG napravami). Poseben problem predstavlja dozimetrija v Rudniku svinca in cinka Mežica zaradi visokih koncentracij radonovih potomcev (> 1 WL), kjer se od sredine leta 1993 redno izvajajo merjenja, usmerjeni zdravniški pregledi in rotacije delavcev na najbolj izpostavljenih delovnih mestih, kjer je letno možno prejeti več kot 15 mSv. Preliminarni obračun doz za leto 1994 je opravil Rudnik svinca in cinka Mežica v sodelovanju z Rudnikom Žirovski vrh in Institutom Jožef Stefan. Izsledki kažejo, da je kar 41 delavcev od 182–ih, ki so delali v jami, prejelo dozo med 50 in 70 mSv, če upoštevamo konzervativno razmerje med izmerjenimi vrednostmi in dozo (1 WLM = 10 mSv).

7.2. Nadzor nad RTG napravami v zdravstvu

Zdravstveni inšpektorat ima evidentiranih 645 RTG naprav v Sloveniji. Splošne bolnišnice in zdravstveni domovi imajo 525 naprav, 120 zobnih RTG aparatov pa je v zasebnem sektorju. Po namembnosti so razvrščeni v naslednje skupine:

1. za slikanje (80 naprav)
2. za računalniško tomografijo (6)
3. za slikanje in presvetljevanje na fluroscentni zaslon (19)
4. za mamografsko slikanje (15)
5. za bolniške sobe in operacijske dvorane (37 mobilnih)
6. za slikanje pljuč v PA projekciji z ODDELCA kamero (34)
7. za preslikavanje in slikanje s TV kamero (121)
8. za terapevtsko obsevanje (5)
9. za intraoralno slikanje zob (176 aparatov v Zdravstvenih zavodih in 120 v zasebnih ordinacijah)
10. za panoramsko slikanje zobnega stanja (32)

Vse te naprave so locirane na 80 lokacijah (Splošne bolnišnice in Zdravstveni domovi), ter na 120 lokacijah (zasebne ordinacije).

Na podlagi prejetih poročil o pregledu RTG aparatov s strani ZVD ter na podlagi inšpekcijskih pregledov smo ugotovili, da imamo v Sloveniji naslednje kakovostno stanje:

- 35% dobrih naprav
- 40% naprav je potrebno servisirati
- 10% novih naprav
- 10% naprav za odpis
- 5% naprav se sme uporabljati le kot rezervne.

V letu 1994 je Zdravstveni inšpektorat opravil 22 inšpekcijskih ogledov 240-tih RTG aparatov v zdravstvenih organizacijah zaradi ugotavljanja stanja v RTG oddelkih z vidika dela in varstva pred sevanji RTG aparatov. V devetih primerih je bila izdana ustrežna odločba – prepovedi dela za 14 aparatov, odpravev pomanjkljivosti za 23 aparatov. V letu 1994 je bilo izdanih 61 uporabnih dovoljenj.

7.3. Nadzor nad zaprtimi in odprtimi viri sevanja v zdravstvu

Z zaprtimi viri sevanja dela samo Onkološki inštitut, ki za terapijo uporablja dva izvora kobalt-60 z začetnima aktivnostima 327 in 325 TBq, dva linearna pospeševalnika, iridij-192, cezij-137, rutenij-106 in stroncij-90. Z odprtimi viri sevanja (in vivo) delajo posebni oddelki za nuklearno medicino v sedmih ustanovah (Klinika za nuklearno medicino, Onkološki inštitut, Splošne bolnišnice Maribor, Celje, Slovenj Gradec, Šempeter pri Novi Gorici in Izola). Uporabljajo predvsem naslednje izotope: tehnecij-99, jod-131, talij-201, ksenon-133, itrij-90, galij-67, indij-111, stroncij-89, kobalt-57. Največja porabnika sta Klinika za nuklearno medicino in Onkološki inštitut. Skupna dobava joda-131 je bila v letu 1994 okrog 700 GBq (povprečno 15 GBq tedensko), poraba pa okrog 500 GBq. Dobava tehnecija je bila okrog 3 TBq (do 70 GBq tedensko). Drugi radiološko pomembnejši izotopi so še: ksenon (do 3,7 GBq tedensko), talij (do 2 GBq tedensko) in jod-125 (do 10 GBq mesečno), ki se uporablja za preiskave in vitro.

V letu 1994 smo opravili 11 inšpekcijskih ogledov navedenih ustanov, pooblaščenim organizaciji pa opravljata strokovne preglede enkrat polletno. Pri vseh pregledih smo ugotovili nepravilnosti. Zato so bila izdana začasna uporabna dovoljenja z omejenim rokom veljavnosti ali ustrezne odločbe o odpravi nepravilnosti. Ena bolnišnica je prejela tudi odločbo za začasno prepoved dela.

Laboratoriji, kjer delajo z odprtimi viri sevanja (in vitro) ter radiološka nevarnost ni velika (pooblaščen organizacije opravljajo preglede enkrat letno), so še na Medicinski fakulteti (Inštitutu za patofiziologijo, Inštitutu za biokemijo, Inštitutu za mikrobiologijo), v Zavodu RS za transfuzijo krvi, Inštitutu za klinično kemijo in klinično biokemijo. Odprte vire uporabljajo (in vitro) še v nezdravstvenih ustanovah pri raziskovalnem delu (Kemijski inštitut, Institut Jožef Stefan, Lek, Veterinarska fakulteta, Inštitut za biologijo).

7.4. Nadzor zaprtih virov sevanja v gospodarstvu

V gospodarstvu uporabljajo predvsem naslednje izvore:
– iridij-192 in kobalt-60 z aktivnostjo do 2 TBq za industrijsko radiografijo,
– cezij-137 in americij/berilij z aktivnostjo 0,3 oziroma 1,5 GBq za merjenje gostote in vlažnosti materialov v gradbeništvu,
– kripton-85, stroncij-90, americij-241 z aktivnostjo do 20 GBq za merjenje debeline v papirni, lesni, tekstilni in kovinski industriji,
– evropij-152 in 154 z aktivnostjo do 20 GBq za strelovode,
– americij-241, cezij-137, kobalt-60 za nivometre v železarnah (do 740 GBq), pivovarnah (3,7 GBq), prehrambeni industriji (do 10 GBq).

Vsi viri sevanj so evidentirani na ZVD, ki opravlja letne preglede. V letu 1994 je ZVD pregledal 131 zaprtih virov v 62 podjetjih. Devetnajst podjetij v letu 1994 ni bilo obiskanih. Glavni vzrok je bilo neredno plačevanje pregleda, ki ga je ZVD opravil v letu 1993. Ta podjetja bodo pregledana v prvi polovici leta 1995. Zdravstveni inšpektorat je v istem letu opravil 9 inšpekcijskih ogledov teh virov in dela z njimi. Ena stranka je bila prijavljena sodniku za prekrške. Druge ugotovljene nepravilnosti se odpravljajo brez izdajanja posebnih odločb.

Opravljenih je bilo še sedem ogledov NE Krško, štiri RŽV, dva IJS in dvanajst drugih ogledov v negospodarstvu. Večjih pomanjkljivosti pri teh pregledih nismo ugotovili. Uporabniki iz gospodarstva zagotovijo prevoz neuporabnih virov sevanja v prehodno skladišče nizko in srednje aktivnih odpadkov

v Podgorici, kjer se izvaja tudi evidenca. V tem letu smo izdali 30 dovoljenj za nabavo in uporabo virov ionizirajočih sevanj.

7.5. Nadzor industrijskih RTG naprav

Zdravstveni inšpektorat ima evidentiranih 90 RTG naprav v 65 ustanovah. Največja uporabnika sta Ministrstvo za notranje zadeve in Carina (predvsem za presvetljevanje prtljage na mejnih prehodih). Zdravstveni inšpektorat v letu 1994 ni izdal nobenega novega uporabnega dovoljenja. Nadzor opravlja ZVD. Stanje nadzora tudi na tem področju ni popolnoma urejeno, ker nekateri uporabniki neredno plačujejo te preglede. Poleg tega veljavni predpisi od uvoznikov ne zahtevajo posebnih dovoljenj, ki bi jih izdalo Ministrstvo za zdravstvo in naprave lahko nenadzorovano prispejo do uporabnikov.

7.6. Ionizacijski javljalniki požara

V letu 1994 je Zdravstveni inšpektorat izdal dovoljenja za nabavo in uporabo okrog 1500-tih ionizacijskih javljalnikov požara štirim uporabnikom. Evidenco in redne letne preglede javljalnikov vodijo in opravljajo ZVD (okrog 67000), Varnost Maribor (okrog 7000) in Inštitut za varstvo pri delu Maribor (11000). Montažne firme (Zarja Kamnik, Iskra Servis Ljubljana) dostavljajo neuporabne in zamenjane javljalnike v prehodno skladišče nizko in srednje aktivnih odpadkov v Podgorico, kjer se evidentirajo in demontirajo.

7.7. Prevozi radioaktivnih snovi

Za prevoze radioaktivnih snovi v Sloveniji ima veljavno dovoljenje trenutno 14 ustanov, od katerih večino prevozov opravijo naslednje tri: JANIS Maribor, INTERTRANS Ljubljana in Institut Jožef Stefan. Z uvozom radioaktivnih snovi se ukvarjajo predvsem naslednje ustanove:

- IRIS, KRKA, PETROL, GENOS (radiofarmaceutiki)
- METALKA, MAŠINOIMPEX (oprema in orodje za NE Krško)
- LEK, IJS, SANOLABOR, EDITRADE itd. (drugo)

V letu 1994 smo izdali 33 dovoljenj za prevoze radioaktivnih snovi v Sloveniji in 274 dovoljenj za prevoze radioaktivnih snovi preko državne meje (od tega 220 uvoznih, 3 izvozna in 51 tranzitnih).

7.8. Znanje iz varstva pred sevanji

Izobrazba delavcev, ki delajo z radioaktivnimi snovmi, je nadzorovana in večinoma ustreza predpisom. Obnavljanje znanja pa se ponekod izvaja z zamudo. Usposabljanje in preverjanje znanja opravljata pooblaščen organizaciji IJS in ZVD. V letu 1994 je posebna delovna skupina (imenovana na Ministrstvu za zdravstvo) pripravila predloge novih programov usposabljanja iz varstva pred sevanji.

7.9. Usmerjeni zdravstveni pregledi

Delavci, ki delajo z viri sevanj ali občasno pridejo v stik z njimi, so redno napoteni na posebne zdravniške preglede, ki jih opravljata pooblaščen zdravstveni organizaciji – ZVD in Inštitut za medicino dela, prometa in športa. Na nekaterih inšpekcijskih ogledih smo ponekod ugotovili nepravilnosti tudi zaradi nerednega udeleževanja usmerjenih zdravniških pregledov.

7.10. Sevalna obremenjenost pacientov zaradi medicinskih posegov

Zavod RS za varstvo pri delu je opravljal še raziskovalno nalogo z naslovom »Sevalna obremenjenost prebivalstva zaradi medicinske uporabe ionizirajočih sevanj v R Sloveniji«. V poročilu za leto 1994 ni navedeno, kolikšna je skupna prejeta doza pacientov v Sloveniji, ker ni natančno znana pogostost posameznih preiskav in zdravljenj z viri ionizirajočih sevanj. Evidentiranje še ni urejeno tako kot v razvitem svetu. Zaenkrat je možna le primerjava na osnovi vstopnih kož pri uporabi RTG naprav. Iz razpredelnice II.1. v tem poročilu je razvidno, da vstopne kožne doze posameznih diagnostičnih preiskav z RTG napravami v povprečju znašajo med 0,23 mGy (prsni organi, PA projekcija) in 18,33 mGy (lumbalna hrbe-

nica, LAT projekcija), kar je usklajeno s priporočili Evropske unije in Mednarodne agencije za atomsko energijo.

8.0 OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU

8.1 PREGLED JEDRSKIH ELEKTRARN V SVETU

Na osnovi informacij, ki jih posreduje Mednarodna agencija za jedrsko varnost (1) je v svetu ob koncu leta 1994 obratovalo

Tabela št. 33: Jedrske elektrarne, ki so bile priklopljene na električno omrežje v letu 1994 (1):

Japonska	JP-47, Ikata 3
Kitajska	CN-3, Guangdong - 2
Rep. Koreja	KR-11, Yonggwang 3
Mehika	MX-2, Laguna Verde-2

Delež električne energije proizvedene v jedrskih elektrarnah je v letu 1994 še zmeraj izredno visok v sedmih državah: Litva, 76.4%; Francija, 75.3%; Belgija, 55.8%, Švedska 51.1, Slovaška, 49.1%; Bolgarija, 45.6%; in Madžarska, 43.7%. Na osmem mestu je Slovenija z 38.01% proizvedene električne energije. Celotno gledano je v svetu 18 držav, ki svojo porabo električne energije pokrivajo 25% ali več z električno energijo pridobljeno v jedrskih elektrarnah.

V svetu je v letu 1994 skupno v jedrskih elektrarnah proizvedeno več kot 2130.13 TWh električne energije oz. 17% svetovne proizvodnje električne energije. To je več kot celotna svetovna proizvodnja električne energije iz leta 1958 (1912 TWh). Kumulativna svetovna izkušnja v obratovanju civilnih jedrskih reaktorjev ob koncu leta 1994 je znašala 7200 let.

Japonski jedrski industrijski forum navaja, da v Aziji obratuje, je v izgradnji ali načrtovanju 122 jedrskih enot, kar presega 109 jedrskih elektrarn v ZDA iz česar sledi, da se proizvodnja jedrske energije seli v Azijo, ki ima vse večjo potrebo po njej in predvidevajo letno povečanje za 5.3%. Naprej navajajo, da so se Azijske dežele odločile za jedrsko energijo in so na stopnji

ali bilo v izgradnji 480 jedrskih elektrarn. V Mehiki, Kitajski, Japonski, in Republiki Koreji so bile v letu 1994 na novo priključene na električno omrežje 4 jedrske elektrarne s skupno 3356 MW. Danes v svetu obratuje 432 reaktorjev v 29 državah, v izgradnji jih je še 48 v 15 državah. Dela na treh jedrskih elektrarnah so ustavljena: dva na Kubi (Jaragua 1&2) in na enem v ZDA (Watts Bar 2). Dva reaktorja sta zaprta in to eden v Franciji (Bugej 1) in eden v Angliji (PFR Dounrey).

uspešne in učinkovite promocije jedrske energije. Izgradnja jedrskih elektrarn se koncentrira na Kitajskem, kjer so že začele obratovati tri jedrske naprave, dve sta v izgradnji in še osem jih načrtujejo. Na Tajvanu se bo začela izgradnja sedme in osme enote leta 1997. Indonezija planira obratovanje prve jedrske elektrarne za leto 2004, Republika Koreja planira z izvozom svoje jedrske tehnologije, trenutno obratuje 10 elektrarn, šest jih je v izgradnji. Japonska sama planira proizvajati 75500 MW (cca 80 elektrarn) instalirane kapacitete do leta 2010.

NucNet No3/95, NucNet No145/95, No166/95

Že drugo leto zapored Korejska električna družba (Kepco) dosega najvišji faktor izkoriščenosti 103.02% v svoji 950-MW Yonggwang-1 Westinghouse tlačnovodni (PWR) elektrarni.

Podatke o številu obratujočih in ustavljenih jedrskih elektrarn je treba obravnavati s pridržkom, ker za mnoge elektrarne ni jasno, ali so dokončno ali začasno ustavljene, tako da se tudi podatki iz istega vira v dveh različnih letih ne dopolnjujejo med seboj.

Tabela 34: Jedrski energetski reaktorji v obratovanju in v gradnji ob koncu leta 1994 (1)

Država	Reaktorji v obratovanju		Reaktorji v gradnji	
	Število	Skupno MW	Število	Skupno MW
Argentina	2	935	1	692
Belgija	7	5527		
Brazilija	1	626	1	1245
Bolgarija	6	3538		
Kanada	22	15755		
Kitajska	3	2100		
Češka	4	1648	2	1824
Finska	4	2310		
Francija	56	58493	4	5810
Nemčija	21	22657		
Madžarska	4	1729		
Indija	9	1493	5	1010
Iran			2	2146
Japonska	49	38875	5	4799
Kazahstan	1	70		
Koreja rep.	10	78170	6	4820
Litva	2	2370		
Mehika	2	1308		
Nizozemska	2	504		
Pakistan	1	125	1	300
Romunija			5	3250
Rusija	29	19843	4	3375
Južnoafriška rep.	2	1842		
Slovaška	4	1632	4	1552
Slovenija	1	632		
Španija	9	7105		
Švedska	12	10002		
Švica	5	2985		
V. Britanija	34	11702	1	1188
Ukrajina	15	12679	6	5700
ZDA	109	98784	1	1165
Skupno*	432	340347	48	38876

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

Tabela 35: Delež električne energije proizveden v jedrskih elektrarnah za leto 1994 in odstotek od celotne proizvodnje električne energije ter izkušnje z obratovanjem jedrskih elektrarn izražene v letih (1)

Država	Delež el. ener. proizveden v NE v 1994		Obratovalne izkušnje do konca 1994	
	TWh	delež %	leta	mesci
Argentina	7.68	13.77	32	7
Belgija	38.20	55.77	128	7
Brazilija	0.04	0.01	12	9
Bolgarija	15.33	45.63	77	1
Kanada	101.73	19.07	326	11
Kitajska	13.50	1.49	5	4
Češka	12.13	28.22	34	8
Finska	18.33	29.51	63	4
Francija	341.80	75.29	822	10
Nemčija	143.00	29.33	490	1
Madžarska	13.23	43.73	38	2
Indija	4.32	1.37	119	3
Japonska	258.3	30.7	652	2
Kazahstan	0.38	0.58	21	6
Koreja rep.	55.92	35.48	90	4
Litva	6.63	76.37	18	6
Mehika	4.28	3.22	5	11
Nizozemska	3.70	4.86	47	9
Pakistan	0.52	1.01	23	3
Rusija	97.83	11.39	497	6
Južnoafriška rep.	9.69	5.69	20	3
Slovaška	12.13	49.05	57	5
Šlovenija	4.39	38.01	13	3
Španija	52.80	34.97	138	2
Švedska	70.20	51.30	207	2
Svica	22.98	36.84	98	10
V. Britanija	79.4	25.79	1028	5
Ukrajina	68.85	34.20	158	11
ZDA	639.36	21.98	1919	8
Skupno	2130.13		7230	8

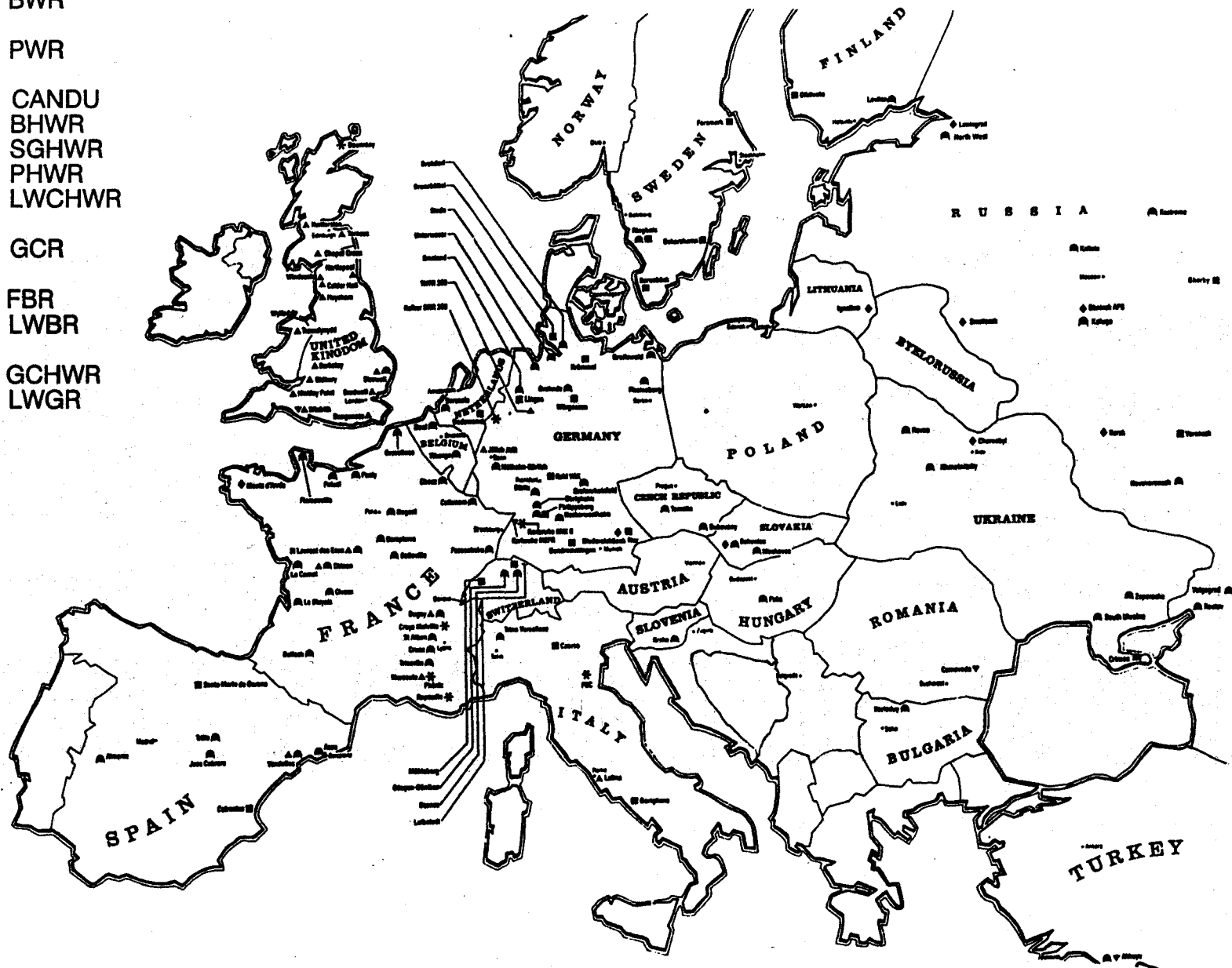
IAEA, Press Release PR 95/9, 26.4.1995.

Tabela št. 36: Predvidena proizvodnja električne energije in predvideni prispevek jedrske energije do leta 2015.

Država	1993			2000			2010			2015		
	Proiz. Elektr. Energije	Jedrska		Proiz. Elektr. Energije	Jedrska		Proiz. Elektr. Energije	Jedrska		Proiz. Elektr. Energije	Jedrska	
		TW.h	%		TW.h	%		TW.h	%		TW.h	%
Severna Amerika	3689	698.9	18.9	3927	695	18	4295	660	15	4492	672	15
				4208	714	17	5080	668	13	5581	703	13
Južna Amerika	666	11.3	1.7	912	32	3.5	1431	29	2.1	1791	34	1.9
				943	34	3.6	1551	54	3.5	1989	62	3.1
Zahodna Evropa	2363	771.5	32.7	2686	779	29	3095	765	25	3350	688	21
				2742	786	29	3392	917	27	3773	994	26
Vzhodna Evropa	1847	261.5	14.2	2008	336	17	2262	405	18	2401	363	15
				2151	387	18	2674	557	21	2981	643	22
Afrika	325	7.2	2.2	416	9.7	2.3	593	11	1.9	708	5.7	0.8
				439	11	2.4	676	29	4.3	838	35	4.2
Bližni vzhod in južna Azija	627	5.8	0.9	831	20	2.4	1241	26	2.1	1518	37	2.5
				871	20	2.3	1391	47	3.4	1759	58	3.3
Jugovzhodna Azija in Pacifik	363			487			743	15	1.7	917	42	4.0
				511			832			1062		
Daljni Vzhod	2068	337.2	16.3	2518	456	18	3334	634	19	3837	697	18
				2685	467	17	3899	742	19	4698	884	19
Svet pesimistična nap.	11948	2093.5	17.5	13785	2328	17	16994	2530	15	19014	2497	13
				14550	2419	17	19495	3028	16	22681	3422	15

Energy, Electricity and nuclear power estimates for the period up to 2015, IAEA-RDS-1/14, IAEA, Vienna, 1994.

- BWR
- PWR
- ▼ CANDU
BHWR
SGHWR
PHWR
LWCHWR
- ▲ GCR
- * FBR
LWBR
- ◆ GCHWR
LWGR



Slika št. 31: Pregled jedrskih elektrarn v Evropi

8.2 PREGLED STANJA JEDRSKE VARNOSTI V SVETU

8.2.1. Udejstvovanje OSART misije

Komisija Mednarodne agencije za jedrsko varnost OSART (Operational Safety Assessment Review Team) je v letu 1994

Tabela 37: OSART misije v letu 1994 (2)

Država	Jedrski objekt	Status objekta	Datum misije pregleda, obiska
Ukrajina	Chernobil 1 in 3	v obratovanju	7. - 18. marec
Francija	Cattenom 1-4	v obratovanju	14. - 31. marec
V. Britanija	Hunterston B	v obratovanju	11. - 29. april
Ukrajina	Zaporozhe	v obratovanju	9. - 27. maj
R. Koreja	Ulchin 1 in 2	v obratovanju	7. - 24. junij
Švica	Leibstadt	v obratovanju	21. nov. - 9. dec

opravila šest pregledov jedrskih objektov in sedem misij za izvajanje priporočil misije OSART (Po-OSART), med katerimi je bila tudi NE Krško (poglavje 5.2.). ASSET misij (Assessment of Safety Significant Events Team) je bilo šest, ter v sklopu ASSET-a še 17 delavnic v 12 državah.

Tabela št. 38: Misije za izvajanje priporočil misije po – OSART

Država	Jedrski objekt	Status objekta	Datum misije pregleda, obiska
USA	Grand Gulf	v obratovanju	14. - 16. feb.
V Britanija	Sizewell B	v fazi prevzema	14. - 16. feb.
Rusija	Kola 1 in 2	v obratovanju	6. - 10. junij
Bolgarija	Kozloduy 1 in 4	v obratovanju	11. - 15. julij
Romunija	Cernavoda 1	v fazi prevzema	5. - 9. sep.
Slovenija	Krško	v obratovanju	24. - 28. oct.
Francija	Gravelines	v obratovanju	7. - 10. nov.

Tabela št. 39: ASSET misije v letu 1994

Država	Jedrski objekt	Tip reaktorja	Datum misije pregleda, obiska
Ukrajina	Chernobyl	RBMK-1000	11. - 22. april
Ukrajina	Zaporozhe	WWER-1000	13. - 24. junij
Rusija	Kalinin	WWER-1000	4. - 15. julij
Romunija	Cernavoda	CANDU-600	8. - 12. avg.
Rusija	Balakovo	WWER-RBMK	5. - 14. sep.
Južnoafriška rep.	Koeberg	PWR-900	5. - 16. sep.
Bolgarija	Kozloduy 5 in 6	WWER-1000	14. - 25. nov.

8.2.2. Obratovanje, nezgode, nesreče

V letu 1994 je Mednarodna agencija za atomsko energijo prejela 56 poročil v sistem mednarodne lestvice jedrskih dogodkov – INES (International Nuclear Event Scale). INES je sistem za takojšnje obveščanje javnosti o varnostnem pomenu dogodkov, o katerih poročajo jedrski objekti. INES lestvico sestavlja osem stopenj na katere razporedimo dogodke glede na njihov pomen za jedrsko ali radiološko varnost tako, da je stopnja »0« nepomembna glede varnosti, stopnja »7« pa predstavlja najhujšo možno nesrečo velikosti Černobila.

Od 56 prejetih INES poročil jih je bilo 24 stopnje »0«, 22 stopnje »1« in 10 stopnje »2«. Resnejših dogodkov v tem letu ni bilo. Med dogodki »2« stopnje sta dva, ki sta se zgodila na

Tabela št. 40: 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
Skupaj	326	11	123	107	74	11	0	0	0	0

Vir: Nuclear Safety Review 1995 (Draft)

8.2.3. Izboljšanje varnosti

Zahodna skupnost preko programov Phare in Tacis nadaljuje s podporo varnostnim programom v Vzhodni Evropi in Združenju neodvisnih držav (CIS).

Posebna pozornost se posveča izboljšanju varnosti ruskih reaktorjev. Želja zahoda je, da bi ustavili delovanje nekaterih reaktorjev v Černobilu v Ukrajini, Ignalina v Litvi, Kozlodiju v Bolgariji ter v ruskih elektrarnah v Leningradu in Kursku. Dosedanje izboljšave že zagotavljajo varnejše delovanje, nesreča razsežnosti tipa Černobil, skoraj da ni mogoča. Zapiranje problematičnih jedrskih elektrarn je povezano z izgradnjo nadomestnih virov, na kar zahod trenutno finančno še ni pripravljen.

Jedrska energija je vitalnega pomena za ekonomijo Rusije in ostalih vzhodno evropskih držav, ki si enostavno ne morejo privoščiti njihove ustavitve. Z druge strani je jedrska energija ekološko pomembna, nadomešča zastarelo umazano industrijo, ki bazira na uporabi premoga.

Vzhodno evropske države z uporabo jedrske energije zmanjšujejo svojo odvisnost od Rusije oz. uvoza ruskega goriva.

Veliko diskusij je okrog izgradnje jedrske elektrarne Mochovice v Slovaški, ki jo nameravajo Slovaki dokončati ne glede na nasprotovanje Avstrije in zelenih Nemčije. Vsekakor sta zahod in Slovaška zainteresirani za zahodni varnostni sistem, Slovaška pa želi izredno ugodne pogoje, v nasprotnem primeru pa bodo nadaljevali z ruskim partnerjem. (NucNet No129/95)

Predsednika Jelcin in Clinton sta januarja 1994 izdala skupno izjavo o neširjenju jedrskega orožja v kateri se strinjata, da se jedrski materiali, ki so ostali po uničevanju jedrskega orožja postavijo pod nadzor MAEA, in da se ne bodo več uporabljali

raziskovalnih reaktorjih, ostali pa so poročani iz jedrskih elektrarn. Edina smrtna žrtev se je zgodila pri delih na razgradnji hitrega reaktorja Rapsodie v Franciji, ki že deset let ni obratoval. Zaradi eksplozije, ki jo je povzročil sproščen vodik, je padajoča stena pod seboj pokopala delavca. V štirih primerih se je sprostil nekaj radioaktivnosti v jedrski elektrarni, v dveh pa v predelovalnem obratu za izrabljeno jedrsko gorivo. Le pri dveh dogodkih so bili obsevani prisotni delavci vendar pod zakonskimi mejnimi vrednostmi. V nobenem primeru se radioaktivni vpliv ni razširil izven jedrskega objekta.

Koncem leta 1994 ima INES 54 držav članic, ki prispevajo poročila. Med njimi so vse države z jedrsko tehnologijo, nekaj pa je tudi držav brez jedrskih elektrarn (Avstrija, Čile, Danska, Grčija, Norveška, idr.). Zadnja se je INES pridružila Portugalska.

za proizvodnjo jedrskega goriva. Zmenila sta se tudi, da bosta prostovoljno dala pod kontrolo tudi druge materiale, ki niso izredno pomembni za varnost posamezne države.

8.2.4. Jedrska energija in okolje

Diskusija v zvezi z vplivom jedrske energije poteka v več smeri:

- Vpliv nesreče v Černobilu na okolje, pri čemer prihaja veliko nasprotujočih si podatkov, posebej glede žrtev nesreče. Posledice nesreče bodo verjetno bolj znane v naslednjih dvajsetih letih.

- Druga smer je povezana z odlaganjem radioaktivnih odpadkov. Tehnični in inženirski pristop k reševanju nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov je znan, veliko manj problematičen kot pri nevarnih kemičnih odpadkih. Končno odlagališča NSRAO v svetu imajo že na Finskem, Švedskem, Kanadi, ZDA, Franciji, Španiji, Nemčiji, Južnoafriški Republiki in Japon-skem.

Za visokoradioaktivne odpadke še ni trajnih odlagališč. Postopki določitev lokacij in tehnologije shranjevanja teh odpadkov so v teku. V Franciji so izbrali dve lokacije, na Švedskem, Nemčiji in v ZDA pa po eno, kjer bodo zgradili t. i. podzemne laboratorije, v katerih bodo študirali in razvijali tehnologijo globinskega odlaganja radioaktivnih odpadkov.

Španska vlada je sprejela nacionalni plan odlaganja vseh radioaktivnih odpadkov.

Srednje in nizkoradioaktivne odpadke bodo odlagali na odlagališču El Cabril, visokoradioaktivne odpadke bodo začasno skladiščili v elektrarnah. Končno odlagališče bo predvidoma v globokem podzemnem odlagališču izbranem leta 2015 in zgrajenem po letu 2020. (NucNet No622–24/94)

Tab. 41: Pregled odlagališč NSRAO v tujini (ARAO)

Odlagališče	Tip odlagališča	Geološko okolje	Začetek obratovanja
Finska (Loviisa)	podzemni	graniti	predvidoma 1996
Finska (Olkiluoto)	podzemni	graniti, gnajsi	1992
Francija (Centre de l' Aube)	površinski	peščeni nanosi nad sloji gline	1992
Francija (Centre de la Manche)	površinski	peščeni in glinasti nanosi nad granitno podlago	1969 (v zapiranju)
Japonska (Rokkasho)	površinski	tufi	1992
Nemčija (Konrad)	podzemni	opuščen rudnik železove rude	predvidoma 1997
Nemčija (Morsleben)	podzemni	opuščen rudnik soli	1978
Spanija (El Cabril)	površinski	plasti skrivilavcev nad gnajsi	1992
Svedska (Forsmark SFR)	podzemni	graniti	1988
Švica (lokacija Wellenberg)	podzemni	laporji	izbrana lokacija
Velika Britanija (Drigg)	površinski	glina, pesek	1959
Velika Britanija (Sellafield)	podzemni	tufi	predvidoma 2000-2005
ZDA (Barnwell)	površinski		1971 (v zapiranju)
ZDA (Beatty)	površinski		1962
ZDA (Hanford)	površinski		1965 (v sanaciji)

Primer končnega odlagališča nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov TVO na otoku Olkiluoto na Finskem. Odlagališče je oddaljeno nekaj kilometrov od elektrarne in služi samo za potrebe elektrarne. Je 60 metrov pod morsk gladino v skali. Dotok vode v odlagališče je 40 l/min, kar je za takšen objekt izredno malo. Voda se črpa na površje. Ob zaprtju se bo odlagališče sčasoma izpolnilo z vodo, vendar so varnostne analize pokazale, da nevarnosti za okolje ni. V lužnatem okolju je topnost radionukleidov minimalna, njihova mobilnost v terenu je majhna, radionukleidi se takoj absorbirajo na skali. Edina nevarnost je direktno vrtnanje in uporaba vode za pitje. Do odlagališča vodi 700 metrov dolg rov. Odlagališče je velikosti igrišča za hokej z dvema po 36 m globokima luk-

njama. V eni se odlagajo nizkoradioaktivni odpadki v sodih in betonskem nosilcu. Druga luknja je obložena z betonom in služi za odlaganje srednjeradioaktivnih odpadkov, ki jih enako odlagajo kot nizkoradioaktivne odpadke. V posebnem rovu opravljajo poizkuse za ugotavljanje tehnologije odlaganja visokoradioaktivnih odpadkov, ki je praktično že izdelana.

Imajo tudi že tri morebitne lokacije, ki jih je lokalna skupnost že odobrila. Pripravljajo se na terenske raziskave ter predvidevajo, da bodo prvi v svetu, ki bodo imeli pripravljeno stalno odlagališče za visokoradioaktivne odpadke. Ni še jasno ali bo tudi to odlagališče samo za potrebe elektrarne ali tudi za druge visokoradioaktivne odpadke.

Tab. 42: Pregled strategije in začasnih rešitev na področju ravnanja z izrabljenim gorivom in VRAO v tujini (ARAO)

Država	Število JE	Strategija	Začasno skladišče	Geološko okolje predvidenega končnega odlagališča
Belgija	7	Predelava	ni	Glina
Francija	57	Predelava	je	Granit, glina
Finska	4	Direktno odlaganje	je	Granit
Japonska	48	Predelava	je	Granit, sedimentne kamenine
Kanada	22	Odloženo reševanje	ni	Granit
Nemčija	21	Predelava	je	Sol
Španija	9	Direktno odlaganje in predelava	v načrtovanju	Glina, sol, granit
Švedska	12	Direktno odlaganje	je	Granit
Švica	5	Predelava	v načrtovanju	Granit, glina
Velika Britanija	34	Predelava	je	Ni načrtov
ZDA	103	Direktno odlaganje	v načrtovanju	Tuf

– Tretja usmeritev je povezana z direktnim onesnaževanjem okolja oz. zraka. Argumenti so v prid električni energiji dobljeni iz jedrskih objektov. Ni izpustov ogljikovih, žveplovih in dušikovih oksidov, ni enormnih količin elektrofilterskega pepela in problemov z njegovim odlaganjem, in onesnaževanja zraka zaradi izpustov transportnih vozil, ki prevažajo gorivo in filterske medije. Tudi stroški pridobivanja električne energije so manjši kot pri drugih virih kar še bolj poudarja, da je električna energija v jedrskih objektih ekološko zelo prijazna energija.

V Franciji je bila cena električne energije v času 1983–93 najnižja v Evropi in je realno padla 20 do 30%. Menijo, da je danes Francija najmanj onesnažena država v Evropi. To potrjujejo z oceno izpuščanja ogljikovega dioksida (CO₂), ki je samo 1.7 tone po osebi v primerjavi z Anglijo in Nemčijo, ki imata 3 t in ZDA, ki ima 5 ton. Zmanjšanje izpustov dušikovih in žveplovih oksidov v zadnjih desetih letih na petino, pripisujejo visokemu prispevku proizvedene električne energije iz jedrskih elektrarn, ki je cca 78%, ki je nadomestila uporabo premoga, nafte in plina.

Na Japonskem menijo, da morajo do leta 2100 trikratno povečati kapaciteto jedrskih elektrarn, če želijo ostati z izpustom CO₂ na ravni iz leta 1990.

V Republiki Koreji so izbrali lokacijo za trajno odlaganje nizkoradioaktivnih odpadkov in začasno skladiščenje visokoradioaktivnih odpadkov na otoku Kurop–do. Poudarjajo, da je jedrski program močno stabiliziral dobavo električne energije, in da je bonus k boljši ekonomiji in ekologiji. Izračunali so, da so v 17-letnem jedrskem obratovanju zmanjšali ekviva-

lentni uvoz 160 milijonov ton premoga in 700 milijonov sodov nafte. S sežigom tega olja in premoga bi v okolje sprostili 460–500 milijonov ton CO₂, ki je glavni faktor vpliva na zeleno gredo.

Nucleus ISSN 1330–5050, NucNet No140/95

V ZDA bodo kot osnovni vir za pridobivanje električne energije še naprej uporabljali premog, plin in uran. Pričakujejo še zmeraj največjo uporabo premoga, 50% delež pri pridobivanju električne energije. Delež jedrske se bo do leta 2006 povečal zaradi boljšega delovanja obstoječih elektrarn kakor tudi zaradi dograditve elektrarn, ki so še trenutno v gradnji. Leta 2010 pa pričakujejo večji delež energije pridobljene iz naravnega plina.

(IAEA Bulletin, vol. 37, No.1, 1995)

Na Švedskem industrijski sindikati zahtevajo od vlade, da jedrske elektrarne nadaljujejo z obratovanjem po letu 2010, roku, ki so ga politiki določili za zapiranje vseh jedrskih elektrarn na Švedskem. Osnovni argumenti so visoka izguba kapitala, povečanje cene elektrike, zmanjšala bi se konkurenčnost industrije, in povrh bi se še zmanjšalo število delovnih mest.

Viri:

1. IAEA, Press Release, PR 95/9, 26.4.1995.
2. IAEA, The Annual Report for 1994, GOV/2794, 26.4.1995.
3. Nuclear engineering, vol 40, No. 489, April 1995.
4. ARAO, Pregled odlagališč v tujini, 1995.

BELEŽKE:

KAZALO:

POVZETEK

1. UVOD

2. PREGLED DELA UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE ZA JEDRSKO VARNOST

2.1. UVOD

2.2. DELOVANJE UPRAVE REPUBLIKE SLOVENIJE ZAJEDRSKO VARNOST

3. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SLOVENIJI

3.1. NUKLEARNA ELEKTRATNA KRŠKO

3.2. REAKTORSKI CENTER V PODGORICI

3.3. RUDNIK ŽIROVSKI VRH

3.4. ZAČASNO SKLAIŠČE ZAVRATEC

4.0. DELO AGENCIJE RAO

5.0. DELO MEDNARODNIH MISIJ V SLOVENIJI

6.0. RADIOAKTIVNOST V ŽIVLJENJSKEM OKOLJU SLOVENIJE

7.0. NADZOR NAD VIRI IONIZIRNIH SEVANJ

8.0. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU