

# Poročilo o JEDRSKI VARNOSTI PRI OBRATOVANJU JEDRSKIH OBJEKTOV v letu 1990

Poročilo o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v minulem letu je Skupščini Republike Slovenije predložil Izvršni svet, pripravili pa so ga v Republiški upravi za jedrsko varnost. Poročilo bo obravnavala skupščinska Komisija za varstvo okolja in urejanje prostora, z njo pa se bo seznanila tudi Komisija skupščine za proučitev okoliščin izgradnje JE Krško in posledic njenega obratovanja.

## 1. UVOD

Republiška uprava za jedrsko varnost (RUJV) je pripravila Poročilo o jedrski varnosti pri obratovanju jedrskih objektov v letu 1990, ki sodi med redne oblike poročanja Izvršnemu svetu in Skupščini Republike Slovenije. Poročilo je obravnavala in sprejela Strokovna komisija za jedrsko varnost na svoji 46. seji 11.6.1991.

Poročilo vsebuje poleg uvoda še tri poglavja, ki obravnavajo pregled dela v RUJV, obratovanja jedrskih objektov v Sloveniji in v svetu.

RUJV opravlja upravne naloge s področja jedrske varnosti in inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti v Sloveniji, obenem pa ima razvito močno mednarodno sodelovanje, ker lahko le z uporabo najnovejših spoznanj in informacij o dogajanju na področju jedrske energetike v svetu kakovostno opravlja svojo temeljno dejavnost. Sem spadata tudi usklajevanje in ocena dela strokovnih organizacij, ki opravljajo nadzor remontnih in vzdrževalnih del v NE Krško.

Poglavje o obratovanju jedrskih objektov v Sloveniji podrobno obravnava obratovanje jedrske elektrarne v Krškem v letu 1990, in sicer glavne obratovne podatke, ustavitve in razloge zanje, podatke o gorivu, stanje izrabljenega goriva, radioaktivne odpadke, ki so shranjeni v elektrarni, in prežete doze osebja. Tu so opisani tudi izobraževanje osebja, stanje uparjalnikov, remontna dela, spremembe v letu 1990 in izpuščanje ter vpliv radioaktivnosti iz NE Krško na okolje. Obravnava tudi raziskovalni jedrski reaktor TRIGA na Institutu Jožef Stefan v Podgorici, ki se uporablja za izobraževanje, raziskave in pridobivanje izotopov za industrijo in medicino. Opisuje tudi prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov za majhne uporabnike in nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra.

Poglavje o obratovanju jedrskih objektov v svetu vsebuje kratek pregled podatkov o gradnji, obratovanju in zapiranju jedrskih elektrarn in kratek pregled aktualnih vprašanj o jedrski varnosti v svetu, v katerem so opisane tudi najbolj pomembne nezgode, ki so se v letu 1990 zgodile v posameznih državah.

## 2. PREGLED DELA REPUBLIŠKE UPRAVE ZA JEDRSKO VARNOST

Republiška uprava za jedrsko varnost je z Zakonom o organizaciji in delovnem področju republiških upravnih organov in republiških organizacij opredeljena kot samostojen upravni organ, pristojen za zadeve, ki se nanašajo na varnost jedrskih objektov in na inšpekcijsko nadzorstvo nad uresničevanjem zakonov, drugih predpisov in splošnih aktov iz republiške pristojnosti, ki urejajo varnost jedrskih objektov.

V začetku leta 1990 se je reorganizacija republiške uprave intenzivirala tako, da je bil v skupščinski razpravi predlog za izdajo Zakona o državni upravi z osnutkom zakona (Poročevalec št. 3:90 z dne 8.2.1990). S predlagano reorganizacijo naj bi bila RUJV umeščena v sestavo Republiškega sekretariata za varstvo okolja in urejanje prostora ter bi bila tako organ v njegovi sestavi, kar bistveno spreminja položaj in vlogo RUJV. Sekretariat bi imel po predlagani reorganizaciji pristojnost nadzora nad delom RUJV, odločanja v upravnem postopku o pravnih sredstvih zoper upravne akte RUJV, odrediti opravljanje posameznih nalog, RUJV pa tudi izgubi nepo-

sredno povezanost z najvišjimi republiški telesi (Izvršnim svetom in Skupščino).

Ker je bil zaradi spomladanskih volitev dotedanji postopek obravnave zakona v letu 1990 ustavljen, RUJV v letu 1990 ni dala svojih pripomb in stališč pristojnim organom v republiki. Vendar pa je stališče RUJV jasno: RUJV mora biti v celotnem sistemu republiške uprave organizacijsko samostojna, da bi lahko zadovoljila nekaterim zahtevam mednarodne prakse na področju jedrske varnosti:

- učinkovito izvajanje funkcij, del in nalog,
- učinkovita porazdelitev pristojnosti ter hierarhije odločanja in odgovornosti,
- neposredna odgovornost najvišjim oblastnim organom države.

Menimo, da tako naše stališče potrjuje že tudi kratek povzetek dela RUJV, ki ga navajamo v nadaljevanju.

### 2.1 SPLOŠNO

Med dejavnostmi, ki segajo v zakonodajo, omenjamo le najpomembnejše. Tako je Republiška uprava za jedrsko varnost (RUJV) v letu 1990 sodelovala pri pripravi predloga zveznega Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o jedrski varnosti. Ob zavzemanju za izvajanje Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo je sodelovala pri pripravi Odloka o spremembi odloka o določitvi zneska omejitve odškodninske odgovornosti uporabnika jedrske naprave za jedrsko škodo (Ur. list SFRJ, št. 5/90 in 46/90) in sprožila postopek za izdajo Odloka o spremembah odloka o določitvi zneska zavarovanja odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. list SRS, št. 6/90 in Ur. list RS, št. 43/90). V zvezni skupščini se je v letu 1990 začel postopek sprejema Zakona o ratifikaciji konvencije o pomoči v primeru jedrskih nesreč in radiološke nevarnosti, o predlogu katerega je svoje mnenje podala tudi RUJV. Kljub našim prizadevanjem je še naprej ostal nejasen status Jugoslavije v zvezi s konvencijo o zgodnjem poročanju o jedrski nesreči, ki jo je Jugoslavija sicer ratificirala že v letu 1988, vendar pa ni uvrščena med države članice, ki so konvencijo ratificirale in izmenjale naslove pristojnih organov oziroma kontaktnih točk za obveščanje.

Pri opravljanju **upravnih nalog** je v letu 1990 Republiška uprava za jedrsko varnost izdala Nuklearni elektrarni Krško 15 odločb, ki se nanašajo na: varnostno analizo ob morebitnem začasnem izpadu vsega izmeničnega toka (1); spremembe obratovnih pogojev in omejitev (9); varnostno oceno za termični šok reaktorske posode pod tlakom (1), radiološke (1) in meteorološke (1) meritve v okolici NE Krško; skrajšano končno varnostno poročilo (1) in oceno varstva pred požarom v jedrski elektrarni (1).

RUJV je NE Krško z odločbami o »obratovnih pogojih in omejitvah«:

- dovolila spremembe pogojev hitrosti segrevanja in ohlajanja primarnega hladila,
- dovolila spremembo rokov za pregled ventilov primarnega kroga,
- določila začetek uveljavitve novega formata obratovnih pogojev in omejitev v obliki, ki je standardna v ZDA,
- določila merila za čepjenje cevi uparjalnikov glede na vrsto, lokacijo in obseg poškodb cevi,
- določila zgornje meje radioaktivnosti primarnega hladila, sekundarnega hladila in puščanja preko uparjalnikov,
- določila spremembe, ki se nanašajo na zgornjo mejo čepjenja v uparjalnikih 18%,
- določila najmanjšo dovoljena koncentracija bora v zbiralniku za menjavo goriva.

Te odločbe so bile izdane z namenom, da se ohrani ali izboljša stopnja jedrske varnosti v NE Krško.

Prav tako je RUJV vodila upravni postopek za novo varnostno poročilo raziskovalnega reaktorja TRIGA Instituta Jožef Stefan.

S **kadrovskega področja** naj omenimo le, da sta v letu 1990 prenehala z delom dva sodelavca, zaposlili pa so se štirje novi delavci. Veliko pozornosti je bilo posvečeno strokovnemu

usposabljanju delavcev, ki so se udeleževali tečajev, seminarjev ter drugih oblik usposabljanja v domovini in tujini (gljč podpoglavje 2.2). En delavec dela kot mladi raziskovalec in se izobražuje za pridobitev magistrskega naslova iz reaktorske fizike. Predstavniki RUJV so se udeležili tečaja o obvladovanju nezdod, tečaja o vplivu staranja jedrskih elektrarn na varnost in tečaja iz požarne varnosti (vsi ti tečaji so bili v Ljubljani).

**Obveščanju javnosti** je uprava tudi v letu 1990 posvetila kar največjo pozornost, kljub temu da v ta namen ni bilo v proračunu namenjenih sredstev. Potekalo je preko sredstev javnega obveščanja, ki jim je bila vedno na voljo tudi uporaba zelo obsežne strokovne knjižnice (tudi video kasete).

**Sodelovanje z drugimi upravnimi organi** je bilo glede na izrazito interdisciplinarnost področja dela Republiške uprave za jedrsko varnost tudi v letu 1990 zelo intenzivno, predvsem s Sekretariatom za energetiko, Sekretariatom za zdravstvo in socialno varstvo, Sekretariatom za varstvo okolja in urejanje prostora, Sekretariatom za ljudsko obrambo, Sekretariatom za notranje zadeve, Sekretariatom za mednarodno sodelovanje in Sekretariatom za raziskovalno dejavnost in tehnologijo. RUJV je sodelovala pri vodenju upravnih postopkov, pripravi zakonov ter dajanju soglasij k zveznim zakonom ter mednarodnim konvencijam, odgovorov na delegatska vprašanja in pobude ter pri delu interdisciplinarnih strokovnih komisij.

RUJV je sodelovala tudi s Komisijo Skupščine R Slovenije za proučitev okoliščin gradnje NE Krško in posledic njenega obratovanja kot tudi s Komisijo Skupščine R Slovenije za varstvo okolja in naravno dediščino.

Pri Republiški upravi za jedrsko varnost deluje **Strokovna komisija za jedrsko varnost**, ki se je v letu 1990 sestala dvakrat in poleg drugih zadev s področja jedrske varnosti in varstva pred sevanji ter obratovanja jedrske elektrarne v Krškem obravnavala: republiški program (petletni) ter letni program ukrepov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost za leto 1990 (za RUJV in za Republiški sekretariat za zdravstvo in socialno varstvo), smernice za izbor lokacij nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov v R Sloveniji, poročilo RUJV o jedrski varnosti za leto 1989, poročilo o nadzoru radioaktivnosti okolja za leto 1989, program radiološkega in meteorološkega monitoringa v okolici NE Krško za leto 1990 in poročila o remontu NE Krško v letu 1989.

**Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti operaterjev NE Krško** se je v letu 1990 sestala na rednih sejah štirikrat, poleg rednih sej so bile tudi seje izpraševalcev po opravljenih preizkusih usposobljenosti. Na dveh izpitnih rokih je 17 kandidatov opravljalo preizkus, in sicer 9 kandidatov za glavnega operaterja in 8 kandidatov za operaterja reaktorja. Vsi kandidati so preizkus uspešno opravili, razen enega kandidata za glavnega operaterja, ki pa je ponavljal preizkus in ga opravil v januarju 1991.

V 4. členu republiškega Zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav so predvideni ukrepi pomembni za vso republiko, in sicer:

- sistematično preiskovanje radioaktivnega onesnaževanja z radioaktivnimi snovmi zraka, zemlje, rek, jezer in morja, trdnih in tekočih padavin, pitne vode, človekove hrane in krme;
- ugotavljanje radioaktivnega onesnaževanja in izvrševanje čiščenja radioaktivnega onesnaževanja;
- vodenje evidence o virih ionizirajočih sevanj in o izpostavljenosti delavcev, drugih delovnih ljudi in občanov tem sevanjem;
- hramba in dokončna odložitve radioaktivnih snovi in obsevanega goriva;
- evakuacija prebivalstva in dobrin z območja ogroženega zaradi jedrske nezgode ali radioaktivnega onesnaževanja;
- sistematično spremljanje, evidence in analiza stanja varnosti v jedrskih objektih in napravah;
- ukrepi za zagotavljanje jedrske varnosti in zmanjševanje nastopa jedrskih nezdod;
- drugi ukrepi, ki jih določajo drugi republiški ali zvezni predpisi in ratificirane mednarodne pogodbe.

Uresničevanje teh ukrepov in ukrepov, predvidenih po zveznem Zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, je zagotovljeno z **republiškim programom ukrepov** (ki je bil v Izvrš-

nem svetu Skupščine R Slovenije sprejet v sredini aprila 1990) za novo petletno obdobje in z **letnimi programi ukrepov**.

RUJV je letni program ukrepov za leto 1990 sprejela, obenem pa pospešila postopek podpisa aneksa k Samoupravnemu sporazumu o združevanju sredstev za jedrsko varnost, na podlagi katerega se financirajo nekateri ukrepi varstva pred ionizirajočimi sevanji in jedrske varnosti. Po samoupravnem sporazumu iz 1985 združujejo sredstva NE Krško (80%), Institut Jožef Stefan (5%), Rudnik urana Žirovski Vrh (5%) in Izvršni svet preko RUJV (10%). Sredstva, ki so bila zagotavljena iz republiškega proračuna (10%), niso sledila inflaciji, zato so bila sorazmerno omejena tudi sredstva drugih treh udeležencev sporazuma. Tako je bilo izvajanje letnega programa ukrepov okrnjeno in je bilo namesto 12 ljudi let, kot je bilo predvideno in doseženo leta 1985, angažiranih samo okoli 3,5 ljudi let v letu 1990.

RUJV je z letnim programom ukrepov zagotavljala sistematične preiskave radioaktivnosti v okolici jedrskih objektov, nadzirala skladiščenje izrabljenega goriva in vodila evidenco jedrskih materialov, spremljala stanje in razvoj zakonodaje o jedrski varnosti v SFRJ in v svetu ter obveščala javnost o stanju in o ukrepih na področju jedrske varnosti.

V letnem programom ukrepov so bile s pogodbami opravljene naloge oziroma uresničeni ukrepi, ki se nanašajo na spremljanje stanja varnosti v jedrskih objektih in napravah v svetu, sodelovanje z MAAE v sistemu poročanja o jedrskih nezdodah v skladu z mednarodnimi konvencijami, vzdrževanje računalniških programov za varnostne analize, izdelavo strokovnih ocen za dogodke v jedrskih objektih in izmenjavo informacij s tujimi organizacijami.

## 2.2 MEDNARODNO SODELOVANJE

**Mednarodno sodelovanje** je področje, kjer si je uprava še posebej prizadevala navezati tako uradne kot neformalne stike, saj sta izmenjava mnenj in stališč ter poznavanje in uveljavljanje svetovnih dosežkov in spoznanj stroke eden pomembnejših pogojev za uspešno opravljanje strokovnih nalog. RUJV je sodelovala pri pripravi okrogle mize na temo »Energija: sedanjí in bodoči trendi v Avstriji, Sloveniji in Hrvaški«, sodelovala pa je tudi pri delu Kontaktnega komiteja med R Slovenijo in zvezno deželno Koroško. Sodelovala je tudi s štajersko deželno vlado v okviru Komisije za požarno varnost in reševanje. Sodelavci RUJV so se udeležili tudi mednarodne konference o reaktorskem gorivu v Angliji, tečaja o skladiščenju izrabljenega goriva na Dunaju, posvetovanja o mednarodni lestvici jedrskih dogodkov (INES) na Dunaju, konference o novih zahtevah ameriške jedrske upravne komisije US NRC v Washingtonu. Prav tako so se udeležili posvetovanja v okviru OECD Agencije za jedrsko energijo glede sodelovanja na področju jedrske energije in jedrske ter radiološke varnosti med državami OECD in vzhodnoevropskimi in srednjeevropskimi državami.

RUJV sodeluje tako z mednarodnimi organizacijami kot tudi z nacionalnimi, ki se ukvarjajo z jedrsko in radiološko varnostjo in uporabo jedrske energije.

Močno je razvito sodelovanje z Mednarodno agencijo za atomsko energijo MAAE s sedežem na Dunaju. Direktor RUJV se je udeležil 34. letne generalne konference MAAE v septembru 1990. Udeležil se je tudi drugega zasedanja stalnega komiteja o odgovornosti za jedrsko škodo v oktobru 1990. Obravnavane teme so bile: poročilo redakcijskega komiteja za revizijo Dunajske konvencije o civilni odgovornosti za jedrsko škodo, poročilo delovne skupine glede mehanizmov dodatnega nadomestila za jedrsko škodo in poročilo delovne skupine za postopke reševanja sporov v zvezi z odškodnino za jedrsko škodo.

MAAE organizira tudi misije OSART (Operational Safety Review Team - Skupina za pregled obratovalne varnosti), ki pregledajo posamezno jedrsko elektrarno na željo oziroma zahtevo države članice MAAE. V misiji OSART sodeluje od 15 do 18 mednarodnih strokovnjakov, ki presojajo obratovalno varnost jedrske elektrarne. Do konca 1990 je MAAE organizirala 45 misij OSART, v katerih je poleg strokovnjakov MAAE sodelovalo več kot 400 mednarodnih strokovnjakov, v 40 jedrskih elektrarnah v 24 državah. Sestavni del programa OSART so tudi kontrolni obiski v tistih jedrskih elektrarnah, ki so jih misije že pregledale. V NE Krško je bila misija OSART leta 1984. Po skoraj šestih letih pa je na povabilo RUJV iz leta

1989 prišla misija OSART v juniju 1990 na kontrolni obisk. Štiričlanska komisija je ugotovila, da so bila priporočila, ki jih je dala misija OSART iz leta 1984, v glavnem izpolnjena. Nova priporočila vključujejo deloma tudi stara, pri katerih je že bil dosežen napredek, kot so:

- okrepitev pristojnih slovenskih upravnih organov,
- povečanje števila inštruktorjev izobraževalne službe NE Krško,
- uvedba novih standardnih tehničnih specifikacij (obratovalnih pogojev in omejitev),
- uvedba novih postopkov obratovanja v sili,
- redni pregled vseh obratovalnih postopkov,
- revizija programa nadzornih testov,
- monitoring radioaktivnih izpustov ob puščanju cevi v uparjalniku,
- zmanjšanje količine radioaktivnih odpadkov,
- zgraditev dodatnega kemijskega laboratorija,
- zagotovitev zaloge ustreznih nadomestnih delov.

Kontrolni obisk je tudi sprožil vprašanja, ki se do zdaj niso reševala ali pa je bil napredek zelo majhen:

- dopolnilno vsakoletno usposabljanje za osebje radiološke zaščite in za vzdrževalno osebje,
- protipožarna zaščita,
- povečanje hišnega reda in čistoče,
- redni pregled vseh postopkov v elektrarni vsaki dve leti,
- izboljšanje opreme za vzorčenje primarnega kroga in za vzorčenje po nezdodah,
- prikaz pomembnih kemijskih parametrov sekundarnega kroga v kontrolni sobi,
- izdelava priročnika s scenariji nezdod za načrtovanje ukrepov v sili.

Splošni vtis misije OSART s kontrolnega obiska je bil: elektrarna je dobro vzdrževana, vodstvo si prizadeva za dobro varnostno in obratovalno karakteristiko, osebje je dobro usposobljeno in predano svojim nalogam. Ob koncu obiska je RUJV povabila misijo OSART, da ponovno pregleda NE Krško do konca leta 1992.

RUJV zahteva od NE Krško uveljavljanje priporočil misije OSART. Po zadnjem obisku je bil dosežen zadovoljiv napredek pri vseh vprašanih, za katera je misija menila, da je treba njihovo reševanje pospešiti. Nekatere dejavnosti že tečejo, in sicer:

- izdelava analize požarne varnosti elektrarne,
- izdelava idejnega projekta sistema za vzorčenje po nezdodi,
- pripravljanje priročnika za ukrepanje v nezdodi.

V okviru MAAE obstaja tudi program za svetovanje pri ravnanju z radioaktivnimi odpadki (Waste Management Advisory Programme - WAMAP). V programu je predviden prenos mednarodnih izkušenj za varno ravnanje z radioaktivnimi odpadki s posredovanjem misije WAMAP na države članice MAAE. Misija je sestavljena iz štirih do petih mednarodno priznanih strokovnjakov. Do zdaj je obiskala že 26 držav. RUJV je v letu 1990 zaprosila MAAE da bi takšna misija obiskala Slovenijo, prošnjo z enako vsebino pa je poslala tudi Hrvaška. Agencija je za obe republiki odobrila skupno WAMAP misijo v letu 1991. Dogovorjeno je, da bo misija v Sloveniji pregledala smernice za izbor lokacij odlagališča NSRAO in ocenila dosedanje rezultate prve faze študije izbora lokacij odlagališča ter izrazila mnenje o možnostih in potrebnih postopnih pripravah za odlaganje visokoradioaktivnih odpadkov.

Pod pokroviteljstvom Agencije za jedrsko energijo (Nuclear Energy Agency - NEA) iz Pariza, ki deluje pri Organizaciji za ekonomsko sodelovanje in razvoj (Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD), so na Švedskem organizirali konferenco o odlaganju jedrskih odpadkov, ki se je udeležil tudi predstavnik RUJV. Poudarek te konference je bil, da je treba končno odlagališče radioaktivnih odpadkov izbrati in urediti tako, da ne bo obremenjevalo bodočih generacij. Preprečiti je treba sproščanje radionuklidov iz odlagališča v biosfero in preveriti stabilnost pogojev v geosferi, kamor odlagamo odpadke.

RUJV ima stike s Komisijo evropske skupnosti (Commission of European Communities - CEC) iz Bruslja, ki se ukvarja z jedrsko in radiološko varnostjo in vprašanji odlaganja radioaktivnih odpadkov. Predstavnik RUJV se je udeležil konfe-

rence o radioaktivnih odpadkih v organizaciji te komisije, ki je bila v Luksemburgu.

RUJV sodeluje tudi s sorodnimi upravnimi organi in organizacijami, kot so švedska državna inšpekcija za jedrsko energijo SKI, belgijska organizacija za nadzor nad jedrskimi objekti VINCOTE, Komisija za jedrsko energijo Republike Češke in Slovaške in Državni komite Sovjetske zveze za nadzor nad jedrsko varnostjo.

RUJV navezuje stike tudi z drugimi sorodnimi organizacijami v svetu, tako z britanskim svetom za radiološko zaščito (National Radiological Protection Board - NRPB), švedskim državnim inštitutom za varstvo pred sevanji SSI, francoskim komisariatom za jedrsko energijo (Commissariat a l'Energie Nucleaire - CEA), inšpekcijo za jedrsko varnost francoskega elektropodjetja EdF, špansko komisijo za jedrsko varnost (Consejo de Seguridad Nuclear - CSN), nizozemskim upravnim organom za jedrsko varnost, bavarskim upravnim organom za jedrsko in radiološko varnost in Združenjem za tehnični nadzor (Technische Ueberwachungs Verein - TUEV) in drugimi.

Dvostransko sodelovanje pri izmenjavi informacij o varnosti jedrskih elektrarn posebej dobro poteka z ameriško Jedrsko upravno komisijo (US NRC - US Nuclear Regulatory Commission) po sporazumu iz 1985 med tedanjim Zveznim komitejem za energetiko in industrijo in NRC preko Inštituta Jožef Stefan, ki je opravljal vlogo posredovanja in zbiranja informacij. Informacije NRC so za delo RUJV še posebej pomembne, ker sta reaktor v NE Krško in raziskovalni reaktor TRIGA na Inštitutu Jožef Stefan ameriškega izvora, zato RUJV spremlja upravne zahteve za podobne objekte v ZDA in jih uveljavlja v Sloveniji. V skladu s sporazumom so potekale tudi raziskave o varnosti jedrskih elektrarn kot tudi preverjanje računalniških programov za analiziranje jedrskih nezdod in nesreč. NRC tudi omogoča šolanje v svojem izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo. Sporazum je formalno potekel septembra 1990. RUJV se je trudila, da bi bilo pravočasno podpisano podaljšanje sporazuma, vendar se to do konca 1990 ni zgodilo. Kljub temu se je sodelovanje nadaljevalo v nespremenjenem obsegu.

### 2.3 DELOVANJE STROKOVNIH ORGANIZACIJ

Pri svojem delu Republiška uprava za jedrsko varnost potrebuje podporo strokovnih organizacij, od katerih vsaka v skladu s svojimi pooblastili opravlja dela in naloge, ki so povezane z jedrsko varnostjo. S svojim delom te organizacije pomembno prispevajo k zanesljivosti obratovanja NE Krško, obenem pa pomagajo tudi pri nadzoru, ki ga opravlja RUJV s svojo inšpekcijo. Med strokovne organizacije na področju jedrske varnosti, ki so bile v letu 1990 najbolj aktivne spadajo Elektroinštitut Milan Vidmar, Inštitut Jožef Stefan, Elektroprojekt Ljubljana, Inštitut za metalne konstrukcije in Inštitut za elektroprivredno, Zagreb.

Inštitut Jožef Stefan je v letu 1990 preizkušal in umerjal radiološko instrumentacijo, nadziral radioaktivnost v okolici NE Krško. strokovno ocenil dela pri remontu jedrske elektrarne, opravljal računalniške analize, s katerimi so simulirali nezdode z izlivom hlada, nezdode z zlomom glavne napajalne cevi uparjalnika, nezdode zaradi zloma parovoda ali zaustavitve glavne reaktorske črpalke. Delavci Inštituta Jožef Stefan so pripravili strokovno mnenje o posameznih poglavjih končnega varnostnega poročila NE Krško, analizirali so vpliv čepljenja uparjalnikovih cevi, naredili so trdnostne analize cevovodov in odpornosti tlačne posode, opravili so preračun sredice osmega gorivnega cikla, za Rudnik urana Žirovski Vrh so merili koncentracijo radona v okolici rudnika. Skupaj z izobraževalnim centrom za jedrsko tehnologijo Milan Čopič so izvajali strokovno usposabljanje iz osnov reaktorske tehnologije, sistemov jedrske elektrarne in varstva pred ionizirajočimi sevanji.

Elektroinštitut Milan Vidmar je opravljal meritve na električni opremi v času redne menjave goriva v NE Krško, pripravil analizo obstoječe opreme v jedrski elektrarni glede na varnostni razred in seizmične zahteve in ocenil načrte preizkušanj proizvajalcev opreme. Sodeloval je pri pripravi in izvajanju izobraževanja za osebje NE Krško za področje zagotavljanja kakovosti.

Elektroprojekt Ljubljana je opravljal naloge, ki so obsegale idejno študijo za trajno rešitev odmuljevanja bistvene hladilne vode, ki se zajema iz Save, projekt vgradnje sistema za merje-

nje radioaktivnosti na glavnem parovodu, izdelavo modifikacije tesnilne vode kondenzacijskih črpalk, prestavitve sušilnika vodika, projekt dodatne strelododne zaščite na 400 kV stikališču in projekt za izvedbo temeljev za rezervni transformator. Opravljal je še tehnična opazovanja gradbenih objektov in sodeloval pri izboru možnih lokacij za odlagališče nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov v R Sloveniji.

Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana, je v letu 1990 nadziral remontna dela na področju sistemov z notranjim tlakom in dvizhni napravah in drugih nosilnih konstrukcijah. Preizkušal in umerjal je momentne ključe in dinamometre, ki jih uporabljajo v NE Krško, atestiral varilce in postopke za varjenje ter dopolnil svoj program zagotovitve kakovosti.

Institut za elektroprivredno iz Zagreba je nadziral remontna dela na področju strojne opreme, instrumentacije in regulacije, na preiskavah komponent in na preizkušanju cevi uparjalnikov z metodami vrtničnih tokov.

Strokovne organizacije so v lanskem letu s svojimi mnenji, projekti, poročili, raziskovalnimi nalogami, analizami, zbirnimi ocenami in meritvami bistveno prispevale k zagotavljanju in nadziranju jedrske varnosti.

## 2.4 INŠPEKCIJSKI NADZOR NAD JEDRSKIMI OBJEKTI

RUJV s svojo inšpekcijo v skladu s svojimi pooblastili nadzira delovne organizacije, ki upravljajo jedrske objekte, ob upoštevanju veljavne zakonodaje, standardov, tehničnih normativov ter drugih predpisov 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 morebitno jedrsko nesrečo, pri strokovni usposobljenosti pogonskega osebja, pri vzdrževanju, revizijah, remontih in spremembah varnostne opreme, materialni bilanci jedrskega materiala in odgovornosti za jedrsko škodo.

Materialnopravno osnovo za upravne naloge s področja jedrske varnosti in za inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti dajejo Zakon o organizaciji in delovnem področju republiških upravnih organov in republiških organizacij, Zakon o sistemu državne uprave in o izvršnem svetu Skupščine Republike Slovenije ter o republiških upravnih organih, Zakon o energetskem gospodarstvu, Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije, priporočila Mednarodne agencije za atomsko energijo (MAAE) in drugih varnostnih standardih, 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 mednarodne konvencije o jedrski energiji in jedrski varnosti.

RUJV usklajuje delo z drugimi inšpekcijami R Slovenije pri preverjanju izpolnjevanja pogojev in zahtev, ki izhajajo iz lokacijskih in gradbenih dovoljenj za jedrske objekte.

Za inšpekcijski nadzor nad jedrskimi objekti so v RUJV sistematizirana tri delovna mesta, vendar je bilo ob koncu 1990 zasedeno le eno. V letu 1991 se predvideva zasedba vseh sistematiziranih delovnih mest.

V letu 1990 je RUJV opravila štiriinštirideset rednih inšpekcijskih pregledov, kar je rahel porast pregledov v primerjavi s prejšnjim letom, in to kljub pomanjkljivi zasedbi delovnih mest inšpektorjev. To pomanjkanje je bilo nadomeščeno s strokovno pomočjo drugih delavcev RUJV.

Inšpektor za jedrsko varnost je naložil in nadziral pripravo strokovnih mnenj pooblaščenih organizacij pri funkcionalnih in zagonskih preizkusih po menjavi goriva in zagotovitvi kakovosti opravljenih del in vgrajenega materiala.

V letu 1990 je RUJV poleg rednih inšpekcijskih pregledov opravljala tudi izredne preglede NE Krško v zvezi z:

- končnim varnostnim poročilom NE Krško (revizije);
- uvajanjem standardnega formata obratovalnih pogojev in omejitev;
- ukrepi po nezgodi v ameriški elektrarni TMI-2 (program TMI);
- ukrepi na podlagi izkušenj drugih jedrskih elektrarn v svetu;
- izpolnjevanjem priporočil varnostnih misij OSART;
- poročili in obvestili, ki jih mora NE Krško pošiljati upravnim organom po Pravilniku o načinih in rokih poročanja (Ur.list SRS, št. 12/81);

- preverjanjem operabilnosti elektrarne zaradi potresa na območju elektrarne;
- sodelovanjem pri prevetovanju fizičnega in tehničnega varovanja jedrskih objektov;
- preverjanjem požarne zaščite v upoštevanjem izkušenj in dogodkov v jedrskih elektrarnah v svetu;
- pripravo in izvajanjem remonta 90;
- delom pooblaščenih organizacij;
- preverjanjem usposobljenosti mobilne enote Inštituta Jožef Stefan in mobilne enote NE Krško.

Druga dejavnost, ki ni zajeta v neposrednih inšpekcijskih pregledih NE Krško, je vsebovala vodenje evidence o jedrskih materialih za vse cone materialnih bilanc v R Sloveniji in obveščanju zveznega upravnega organa, pristojnega za jedrsko energijo in MAAE ter nadzor pri preverjanju znanja glavnih operaterjev in operaterjev NE Krško.

Poleg omenjenega je RUJV v letu 1990 sodelovala na rednih mesečnih dispečerskih sestankih med dispečerji Republike Slovenije in Republike Hrvaške ter NE Krško.

Zunaj okvira NE Krško in Reaktorskega centra Podgorica Inštituta Jožef Stefan je RUJV sodelovala pri inšpekcijah in strokovno pomagala pri nekaterih tehničnih in inšpekcijskih pregledih, Elektrotehnična fakulteta iz Zagreba, zagotovitev kakovosti v podjetjih Rade Končar Zagreb, Jugoturbina Karlovac, Litostrój Ljubljana, skladišče RAO Zavratac).

Iz dosedanjih izkušenj in dejstev lahko ugotovimo:

– RUJV s svojo inšpekcijo za jedrsko varnost uspešno sodeluje z drugimi inšpekcijskimi organi.

– Remontna dela, menjava goriva, funkcionalni in zagonski preizkusi na sistemih in komponentah NE Krško tudi po remontu 90 ustrezajo obratovalnim pogojem in omejitvam, oziroma so v skladu z merili sprejemljivosti v odobrenih postopkih.

– Po vsakem izpadu NE Krško oziroma njeni ustavitvi, vključno z remontom 90 in ponovnim zagonom elektrarne so bili opravljeni inšpekcijski pregledi, preverjene vse kratkoročne in dolgoročne akcije za trajno odpravo vzrokov. Uvedeni so bili jasno določeni ukrepi, zahtevane analize oziroma zahtevani predlogi za uvedbo dolgoročnih ukrepov.

– Pri vseh izpadih in ustavitvah elektrarne v letu 1990 je bilo ugotovljeno, da so bili vzroki na sekundarnem delu elektrarne, da so vsi varnostni sistemi za varno ustavitve elektrarne delovali v skladu s projektno predvidenimi parametri in da ni bila ogrožena jedrska varnost.

– V letu 1990 je RUJV skupaj z Republiškim požarnim inšpektoratom začela sistematično preverjati požarno zaščito v elektrarni z vključevanjem vseh najnovejših znanj in izkušenj v svetu na tem področju. Pri tem želimo vključiti nemško organizacijo TUEV, saj bi s tem pridobili tudi izkušnje in znanja nemških strokovnjakov na tem področju.

– Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA Reaktorskega centra Podgorica Inštituta Jožef Stefan je v letu 1990 ustrezalo obratovalnim pogojem in omejitvam.

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

– Sodelovanje s pravosodnimi organi na lastno pobudo ni bilo potrebno.

## 3. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SLOVENIJI

### 3.1 NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO

#### 3.1.1 Glavni obratovalni podatki

V NE Krško so v letu 1990 pridobili 4 622 194 MWh (4.6 TWh) bruto električne energije na izhodu generatorja oziroma 4 386 772 MWh (4.4 TWh) neto električne energije. To predstavlja 24.2% porabljene električne energije v Sloveniji in 14.9% v Hrvaški. Generator je bil priključen na omrežje 7590.8 ure ali 86.6% celotnega števila ur v tem letu. Proizvodni načrt je bil presežen za 6.94%. Tabela 3.1.1 prikazuje dinamiko pridobivanja električne energije v primerjavi z načrtovano.

Tabela 3.1.1: Načrtovana in dosežena proizvodnja NE Krško za leto 1990

mesec	načrtovana proizvodnja (GWh)	dosežena proizvodnja (GWh)	razlika za tekoči mesec (%)
januar	406	449.688	10.76
februar	364	412.888	13.43
marec	406	447.940	10.33
april	394	449.392	14.06
maj	406	450.572	10.98
junij	394	440.124	11.71
julij	406	368.688	-9.19
avgust	406	365.056	-10.08
september	394	376.828	-4.35
oktober	406	414.668	2.13
november	0	210.928	-
december	120	0	-
skupaj	4102	4386.772	6.94

V letu 1990 je bil reaktor kritičen 7591 ur ali 86.65 % celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja toplotne energije je znašala 13 483 289 MWh (13.5 TWh), povprečna zgorlost goriva pa je bila 11 291.4 MWd/MTU (11.3 GWd/MTU).

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) pove, 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 zmnožkom moči na sponkah generatorja, pomnožene s celotnim številom ur v tem obdobju.

Faktor prisilne ustavitve v določenem časovnem obdobju je določen s količnikom števila ur trajanja prisilnih ustavitvev in številom ur obratovanja elektrarne v tem obdobju.

Tabeli 3.1.2 in 3.1.3 prikazujeta faktorje zanesljivosti obratovanja in časovno analizo obratovanja za NE Krško v letu 1990.

Tabela 3.1.2: Faktorji zanesljivosti obratovanja NE Krško v letu 1990

	letu 1990 %	povprečje %
razpoložljivost	86.66	79.1
izkoriščenost	80.78	74.27
faktor prisilne ustavitve	0.06	1.98

Povprečje se nanaša na obdobje obratovanja od 1983 do 1990.

Tabela 3.1.3: Časovna analiza obratovanja NE Krško v letu 1990

Časovna analiza proizvodnje	ur	odstotek (%)
celotni razpoložljivi čas obratovanja	8760	100
trajanje obratovanja elektrarne	7591	86.65
trajanje ustavitvev	1169	13.34
trajanje remonta	1076	12.28
trajanje načrtovanih ustavitvev	88.7	1.01
trajanje prisilnih ustavitvev	4.3	0.049

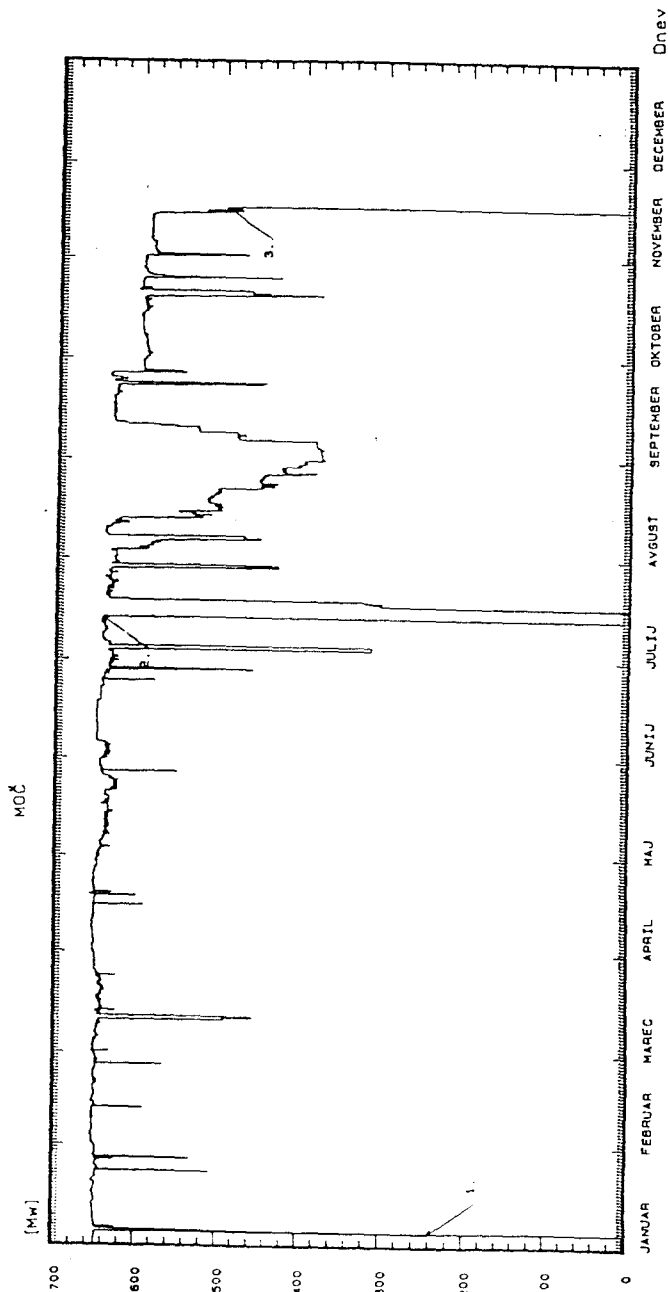
Slika 3.1.1 prikazuje, s kakšno močjo je NE Krško obratovala v letu 1990. Ustavitve in zmanjšanje moči za več kot 20 % v štirih urah so opisani v tabeli 3.1.4.

Diagrami na slikah 3.1.2 do 3.1.7, ki prikazujejo glavne obratovne podatke za celotno obdobje rednega obratovanja NE Krško, omogočajo, da lahko primerjamo rezultate iz leta 1990 s preteklim obdobjem. Faktor izkoriščenosti se tudi v svetu uporablja kot glavna ocena uspešnosti obratovanja jedrske elektrarne. Pomemben faktor je tudi razpoložljivost, ker v nekaterih elektrarnah namerno zmanjšujejo moč zaradi

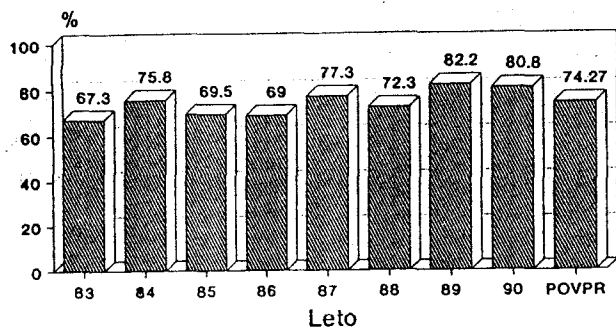
nihanj v porabi električne energije in tako ne dosejajo boljše izkoriščenosti. Na sliki 3.1.4 je predstavljena pridobljena električna energija za vsa leta rednega obratovanja jedrske elektrarne. Na slikah 3.1.5 do 3.1.7 so diagrami, kjer so navedeni število ustavitvev elektrarne v posameznem letu, faktor prisilne ustavitve in število poročil o izrednih dogodkih na leto. Podatki na sliki 3.1.7 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 1990 je bila NE Krško glede razpoložljivosti zelo uspešna v svetovnem merilu, saj je bila uvrščena na 92. mesto med 343 jedrskimi elektrarnami, ki sporočajo podatke reviji Nuclear Engineering International.

Slika 3.1.1: Diagram moči NE Krško v letu 1990

1. Izpad elektrarne: visoko-visoki nivo v uparjalniku št. 1
2. Načrtovana ustavitvev: popravilo puščanja na liniji odvezne pare iz visokotlačnega dela turbine na grelnikih napajalne vode
3. Zniževanje moči na nič: remont 90

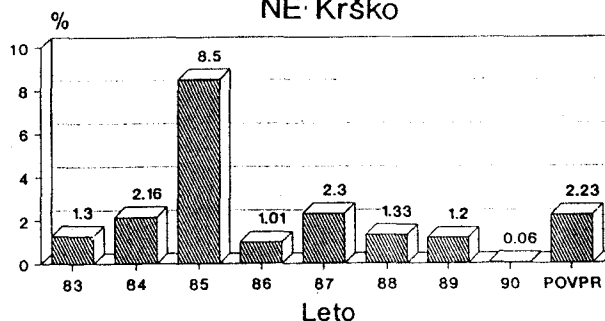


### Izkoriščenost NE Krško



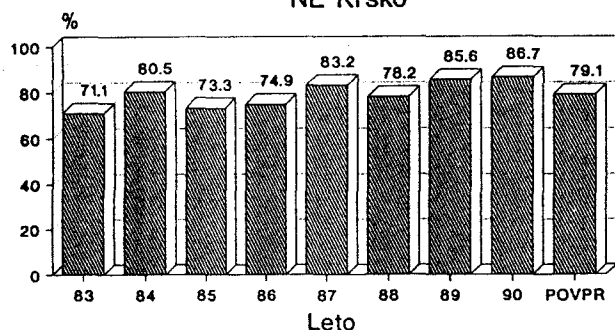
Slika 3.1.2: Izkoriščenost

### Faktor prisilne zaustavitve NE Krško



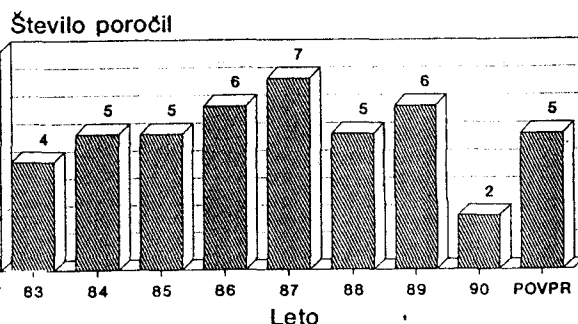
Slika 3.1.6: Faktor prisilne zaustavitve

### Razpoložljivost NE Krško



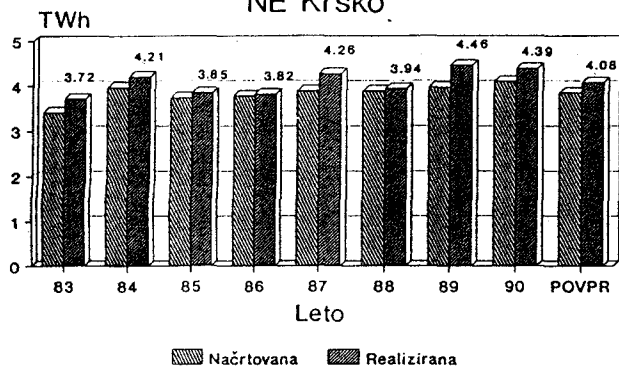
Slika 3.1.3: Razpoložljivost

### Poročila o izrednih dogodkih NE Krško



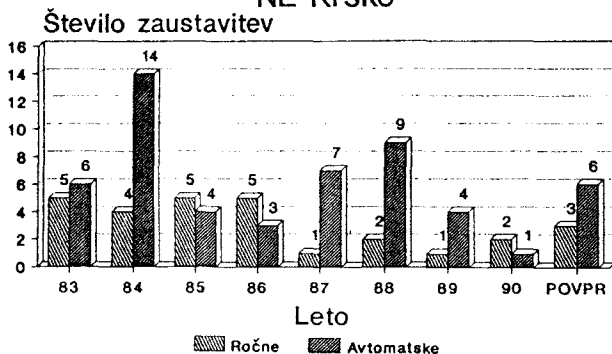
Slika 3.1.7: Število poročil

### Neto proizvodnja (TWh) NE Krško



Slika 3.1.4: Neto proizvodnja

### Zaustavitve NE Krško NE Krško



Slika 3.1.5: Zaustavitve

#### 3.1.2 Ustavitve in zmanjšanje moči reaktorja

Tabela 3.1.4 prikazuje datum in čas trajanja za dogodke, zaradi katerih je bila ustavljena NE Krško oziroma je zaradi njih zmanjšala moč za več kot 20 % v 4 urah. Podan je tudi kratek opis dogodka z razlogi, ki so ga povzročili.

TABELA 3.1.4

NAČRTOVANE IN NENAČRTOVANE USTAVITVE NE KRŠKO IN ZMANJŠANJA MOČI REAKTORJA V LETU 1990 ZA VEČ KOT 20 % INSTALIRANE MOČI ZA ČAS, DALJŠI OD 4 UR  
DATUM OPIS  
(TRAJANJE)

05. 01. 1990 Elektrarna je stabilno obratovala na (4.2 h) 100 % moči v operatersko-avtomatskem režimu upravljanja turbine z vključeno hitrostno zanko. Vsi obratovalni parametri so bili normalni in stabilni.

Približno ob 01:01 je prišlo do prvega potresnega sunka (2.7 stopnje po Richterjevi lestvici), ki sta mu sledila dva šibkejša. Zaradi tega se je aktiviralo nivojsko stikalo na nizkotlačnih predgrelnikih glavne napajalne vode. Pojavil se je signal visoko-visoki nivo v nizkotlačnih predgrelnikih glavne napajalne vode in sprožila se je osamitev nizkotlačnih predgrelnikov. Sledilo je avtomatsko odpiranje elektromotornega ventila obkoda predgrelnika, vendar je prišlo zaradi prepočasnega odpiranja ventila in prehodnega pojava do padca tlaka na sesalni strani glavnih napajalnih črpalk. Ob 01:02 je tlak glavnih napajalnih črpalk dosegel vrednost, ki sproži njihovo avtomatsko ustavitve. Po izpadu napajalnih čr-

palk A in B je osebe poskušalo obvladati prehodni pojav s črpačko napajalne vode C in je začelo hitro zmanjševati moč reaktorja.

Moč turbine je bila znižana na 243 MW, reaktor-ska moč pa je bila 69 %. Nivo vode v uparjalniku se je začel zviševati in je dosegel 70 % ozkega področja. Zaradi prehodnega pojava je nivo v uparjalniku št.1 hitro narastel in dosegel 82% ozkega področja, kar je povzročilo izklop turbine, to pa je sprožilo ustavitev reaktorja.

11.03.  
do 12.03.  
(31.5h)

Zmanjšanje moči na 75 % zaradi (31.5h) vzdrževanja kondenzatorja in testiranja turbinskih ventilov, osamitev sekcij A, B, C, D, kondenzatorja.

27.06.  
(14.8h)

Vzdrževanje kondenzatorja, osamitev kondenzatorske sekcije B, zmanjšanje moči na 75 %.

04.07.  
(5.42h)

Zmanjšanje moči na 50 %, vzdrževanje glavnega kondenzatorja, osamitev sekcij A, B, C, D.

14.07.  
do 17.07.  
(86.95h)

Načrtovana ustavitev zaradi puščanja na parovodu.

17.07.  
do 19.07.  
(45.45h)

Delovanje reaktorja na 50 % moči zaradi vzpostavljanja kemijskih parametrov na sekundarni strani.

29.07.  
(5.50h)

Zmanjšanje moči na 70 % zaradi vzdrževalnih del na glavnem kondenzatorju, čiščenje sekcij A in B kondenzatorja.

06.08.  
do 07.08  
(40h)

Zmanjšanje moči na 74 % zaradi previsoke temp. reke Save.

22.08.  
do 29.08  
(161.92h)

Zmanjšanje moči na 70 % zaradi temp. reke Save.

29.08.  
do 01.09.  
(55.6h)

Zmanjšanje moči na 64 % zaradi temp. reke Save.

01.09.  
do 06.09.  
(127.4h)

Zmanjšanje moči na 61 % zaradi temp.reke Save.

06.09.  
do 08.09.  
(60.1h)

Zmanjšanje moči na 73.5 % zaradi temp.reke Save.

22.09.  
do 23.09.  
(16.2h)

Zmanjšanje moči na 77.5 % zaradi čiščenja kondenzatorja.

19.10.  
do 21.10.  
(43h)

Zmanjšanje moči na 75 % zaradi popravila puščanja kondenzatorja, vzdrževanja in čiščenja kondenzatorja in testiranja turbinskih ventilov. Osamitev sekcij A, B, C, D kondenzatorja.

25.10.  
do 26.10.  
(4.2h)

Zmanjšanje moči na 70 % zaradi visoko-visokega nivoja (4.2h) v 3B grelniku napajalne vode in osamitve 1A, 1B, 2A, 2B in 3B grelnikov.

01.11.  
do 02.11  
(12.5h)

Zmanjšanje moči na 80 % zaradi visokega pretoka reke Save (novembrska poplava v Sloveniji).

15.11.  
do 16.11.  
(42.6h)

Zmanjšanje moči na 80 % zaradi puščanja glavnega kondenzatorja. Osamitev sekcij A, B, C, D kondenzatorja.

17.11.  
do 31.12.  
(1077h)

Letni remont.

### 3.1.3 Gorivo in aktivnost reaktorskega hladila

Obdobje med dvema polnjenjema reaktorja z gorivom se imenuje gorivni cikel. Osmi gorivni cikel za NE Krško se je končal 17.11.90, ko se je začel redni letni remont, ki je trajal do konca leta.

Stanje gorivnih elementov v reaktorju (integriteta goriva) se spremlja posredno glede na aktivnost reaktorskega hladila (Tabela 3.1.5). Specifične aktivnosti določenih izotopov se merijo tako med stabilnim obratovanjem kot tudi med prehod-

nimi pojavi. V NE Krško analizirajo v primarnem hladilu naslednje izotope: ksenon I33, I35 in I38; kripton 85m, 87 in 88; jod I31 in I33 (kazalca poškodb v gorivu), jod I34 (kazalec prisotnosti urana v hladilu), jod I35, cezij I34 in I37 (kazalca izgorelosti poškodovanega goriva). Aktivnosti izotopov se merijo vsaj enkrat dnevno, pri spremembah obratovalnih parametrov (dvig, spust moči reaktorja) pa vsaj na vsake 4 ure.

Meritve specifičnih aktivnosti značilnih izotopov skozi vse leto 1990 kažejo konstantne vrednosti, tako da v osmem ciklu ni bilo nobenih zaznavnih sprememb integritete goriva od začetka cikla.

V splošnem se je specifična aktivnost pri značilnih izotopih v letu 1990 bistveno zmanjšala glede na leto 1989 (in sicer od ksenona I33 in I35 ter kriptona 85m in 88, kjer se je zmanjšala na manj kot tretjino, do kriptona 87 in joda I33, kjer se je zmanjšala za vsaj 40 %). Majhna aktivnost kaže, da je bila prevladujoč mehanizem sproščanja izotopov v letu 1990 difuzija skozi srajčke gorivnih palic. Iz primerjave rezultatov aktivnosti hladila osmega in sedmega cikla lahko sklepamo, da je ena poškodovana gorivna palica iz sedmega cikla ob menjavi goriva zapustila reaktor.

Iz rezultatov lahko povzamemo, da se integriteta goriva iz cikla v cikel izboljšuje, kar je posledica kakovosti goriva in obratovalnih izkušenj. V celoti je bila integriteta goriva v NE Krško v osmem ciklu zelo dobra.

Tabela 3.1.5: Izotopska sestava in aktivnost primarnega hladila za 7. in 8. cikel

Izotop	Aktivnost 1989 - 7. cikel (GBq)	Aktivnost 1990 - 8. cikel (GBq)
I-131	.08	.025
I-133	.55	.34
I-134	2.22	1.22
Xe-133	32.31	7.4
Xe-135	2.96	.89
Xe-138	.93	.52
Kr-85m	1.11	.26
Kr-87	.48	.19
Kr-88	1.11	.32

### 3.1.4 Izrabljeno jedrsko gorivo

Izrabljeno jedrsko gorivo se skladišči v bazenu, napolnjenem z vodo, ki vsebuje borno kislino. V tem bazenu čaka, da ga odpeljejo na skladiščenje kot visokoradioaktiven odpadki ali pa na trajno predelavo, kjer reciklirajo cepljivi uran in plutonij, ki sta še ostala v izrabljenem gorivu.

V bazenu je dovolj prostora za 17 polnitev in še za eno celo reaktorsko sredico. Prostor za eno reaktorsko sredico (121 gorivnih elementov) mora biti vedno na razpolago, če bi bilo treba iz kakršnega koli razloga izprazniti reaktorsko posodo. Zmogljivost bazena zadostuje za shranjevanje izrabljenega goriva do leta 2000, vendar pa obstoji možnost, da bo bazen povsem zapolnjen šele kasneje, ker elektrarna skuša povečati izkoristek goriva (postopno prehaja na daljši gorivni cikel, uporablja bolj obogateno gorivo). V letu 1990 se je število elementov v bazenu za izrabljeno gorivo povečalo za 48, tako da jih je zdaj skupaj 314 (Tabela 3.1.6).

Tabela 3.1.6: Evidenca gorivnih elementov v bazenu za izrabljeno gorivo

Leto	Št. izrabljenih goriv. elementov
1983	40
1984	82
1985	122
1986	154
1987	194
1988	226
1989	266
1990	314

### 3.1.5 Radioaktivni odpadki

Pri vzdrževalnih delih, popravilih in čiščenju v nadzorovanem delu elektrarne nastajajo nizko- in srednjeradioaktivni odpadki, ki jih je treba odstraniti in skladiščiti, da ohranimo elektrarno »čisto« in da so delavci v elektrarni izpostavljeni čim šibkejšemu sevanju. Radioaktivni odpadki nastajajo tudi pri čiščenju plinastih in tekočih odpadnih snovi iz elektrarne ter primarnega hladila. Vsi ti odpadki so razvrščeni v kategorijo nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov.

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

V dosedanjem obratovanju elektrarne se je nabralo 1572 m<sup>3</sup> teh odpadkov v sodih (Slika 3.1.8). Povprečna specifična aktivnost znaša 21.6 GBq/m<sup>3</sup>, kar jih razvršča v skupino srednjeradioaktivnih odpadkov s sevalci beta in gama (Ur.list SFRJ, št.40/86). V tabeli 3.1.7 so navedeni vrsta, količina, aktivnost, volumen in specifična aktivnost odpadkov.

Slika 3.1.8: Proizvodnja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov po letih

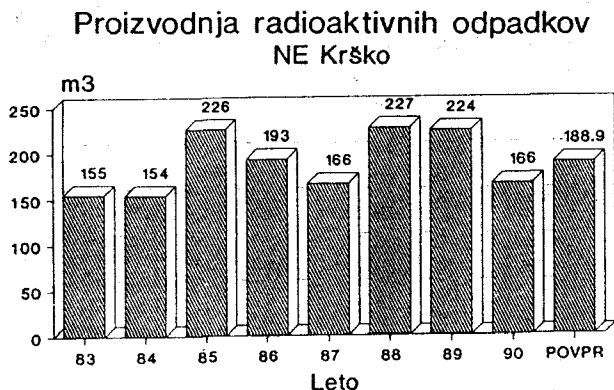


Tabela 3.1.7: Podatki o nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkih v NE Krško 31.12.1990

Vrsta odpad.	Štev. sodov	Aktivnost (GBq)	Prostorina (m <sup>3</sup> )	Specif. aktivnost (GBq/m <sup>3</sup> )
SR	831	24740	166	149
CW	491	396	98	4
EB	5732	7459	1146	6
F	86	1774	17	104
O	111	20	22	1
SC	617	531	123	4
<b>Skupa j</b>	<b>7868</b>	<b>34920</b>	<b>1572</b>	<b>22</b>

Vrsta odpadkov:

SR – izrabljene ionske smole CW – stisljivi odpadki

EB – koncentrat izparilnika F – filtri

O – drugi odpadki SC – stisnjeni odpadki

Vir: Poročilo o skladiščenju trdnih radioaktivnih odpadkov na dan 31.12.1990 – dopis NEK, št.KS-1/78 z dne 3.1.1991

### 3.1.6 Prejete doze delavcev

V NE Krško je organizirana služba za radiološko zaščito, ki ji je po predpisih (Ur.list SFRJ, št.68/88) naloženo, da vodi tudi redno evidenco o prejetih dozah sevanja za vse delavce v elektrarni, ki imajo dostop v nadzorovane dele elektrarne, in za delavce izvajalcev pogodbenih del, ki občasno delajo v elektrarni. Zadnji so zaposleni predvsem pri remontih in opravljajo vzdrževalna dela. Služba za radiološko zaščito vodi tudi evidenco o virih sevanja v elektrarni in redno meri izpostavljenost sevanju v delovnih prostorih.

Povprečna izpostavljenost delavcev sevanju v elektrarni je nizka in je približno 5 % predpisane meje za profesionalne delavce. Tudi med remontnimi deli, ko se menjuje gorivo in so

delavci bolj izpostavljeni sevanju kot med rednim obratovanjem, so prejete doze delavcev vedno pod zakonsko določenimi mejnimi vrednostmi.

Tabela 3.1.8 prikazuje porazdelitev učinkovitih ekvivalentnih doz osebja, ki je bilo izpostavljeno sevanju v NE Krško. Efektivno ekvivalentno letno dozo večjo od 5 mSv (to je 10% doze, ki je zakonsko določena kot mejna za profesionalne delavce), je v letu 1990 prejelo 137 delavcev, od tega 2 v območju od 20 – 25 mSv.

Priporočila Mednarodne komisije za radiološko zaščito (International Commission on Radiological Protection – ICRP) so se na novo oblikovala v letu 1990, tako da ICRP priporoča zgornjo mejo za efektivno ekvivalentno dozo 20 mSv/leto za profesionalne delavce za povprečje 5 let namesto dosedanjih 50 mSv/leto, pri čemer še vedno velja zgornja meja 50 mSv v posameznem letu (vir: Annals of the ICRP, April 1991).

V letu 1990 je bila efektivna ekvivalentna doza za zunanje sodelavce bistveno večja kot leto poprej. K tej dozi so največ prispevala dela pri uparjalnikih. Tu sta navedena dva glavna razloga, ki sta bistveno prispevala k povečanju kolektivne efektivne ekvivalentne doze:

a) povečan obseg del pri uparjalnikih:

– odstranjevanje zlomljenega vijaka na prirobnici hladne veje uparjalnika št. 2 (kolektivna efektivna ekvivalentna doza je za to delo znašala 150 človekmSv),

– izvlečenje vzorcev cevi iz obeh uperjalnikov (ocena za dozo bi bila 100 – 150 človekmSv),

b) višje hitrosti doz v vodnih komorah uparjalnikov (ocena za to dozo je 100 človekmSv).

Kolektivna efektivna ekvivalentna doza je skupna doza, ki so jo prejele vse osebe, izpostavljene sevanju, pri čemer sta upoštevani vrsta sevanja in občutljivost različnih organov na sevanje.

V tabelah 3.1.9 in 3.1.10 vidimo, da je bila kolektivna efektivna ekvivalentna doza za osebje jedrske elektrarne 0.466 človekSv, za izvajalce pogodbenih del skupaj z delavci glavnega dobavitelja opreme pa 1.577 človekSv. Celotna letna kolektivna efektivna ekvivalentna doza za vse delavce, ki so bili v letu 1990 v NE Krško, pa znaša 2.043 človekSv. Če to preračunamo na enoto pridobljene električne energije (NE Krško je v 1990 pridobila 0.5 GWlet), dobimo 4.0 človekSv/GWlet (poročilo UNSCEAR 1988), in je manjše od povprečja za ameriške elektrarne v obdobju od 1985 do 1989, ki znaša 4.43 človekSv/GWlet. Pregled prejetih doz v NE Krško v letih od 1983 do 1990 je na sliki 3.1.9.



Tabela 3.1.8: Porazdelitev učinkivnih ekvivalentnih doz za vse delavce, ki so delali v NE Krško v vseh letih obratovanja

Razpon doz mSv/leto	0 - 1	1 - 5	5 -10	10-15	15-20	20-25	>25	Skupaj delavcev
Leto								
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

Opomba: Zakonsko določena mejna vrednost učinkivne ekvivalentne doze za profesionalne delavce je 50 mSv/leto (Ur. list SFRJ, 31/89 in 63/89).

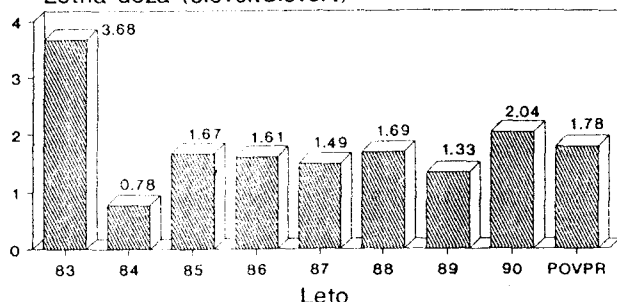
Tabela 3.1.9: Kolektivna učinkivna ekvivalentna doza sevanja za osebe v NE Krško v letu 1990 glede na dejavnost in osebe

Dejavnost	Kolektivne ekvival. doze (človekSv)		
	osebje NEK	zunanji izvajalci	skupaj
Redno vzdrževanje	0.1055	0.0309	0.1364
Pred.rad.odpadkov	0.0825	-	0.0825
Menjava goriva in letni remont	0.2780	1.5461	1.8241
skupaj	0.4660	1.5770	2.0430

Tabela 3.1.10: Kolektivna in povprečna učinkivna ekvivalentna doza za delavce, ki so delali v NE Krško v letu 1990

Delavci	kolekt. doza (človekSv)	st. delavcev	povpr. doza (mSv)
NE Krško	0.466	285	1.64
Zunanji izv.	1.577	507	3.11
Skupaj:	2.043	792	2.58

Kolektivna ekvivalentna učinkivna doza  
NE Krško  
Letna doza (človekSievert)



Slika 3.1.9: Prejeta učinkivna ekvivalentna doza za vse delavce, ki so delali v NEK v tekočem letu

Opomba: V prejetih učinkivnih ekvivalentnih dozah za osebe, ki je delalo v NE Krško, naravno ozadje ni upoštevano.

### 3.1.7. Izobraževanje delavcev

Delo v jedrskih objektih zahteva visoko strokovno usposobljenost vseh delavcev, ki morajo stalno dopoljevati svoje znanje v skladu z najnovejšimi dosežki jedrske tehnologije in varnosti v svetu. Z zveznimi in republiškim predpisi (Ur.list SFRJ, št.86/87, Ur.list SRS, 9/81) so določeni pogoji, ki jih morajo glede strokovne izobrazbe, delovnih izkušenj in preveritve znanja izpolnjevati osebe, ki opravljajo določena dela v jedrskih objektih.

V NE Krško imajo organizirano lastno službo izobraževanja. V sodelovanju z izobraževalnim centrom za jedrsko tehnologijo Milan Copič v Ljubljani (ICJT) skrbi za programe dopolnilnega strokovnega usposabljanja za vse delavce jedrske elektrarne kot tudi za programe stalnega izpopolnjevanja za pridobitev ali podaljšanje potrdila za opravljanje del in nalog operaterja reaktorja.

Vsi delavci, ki opravljajo dela in naloge operaterja reaktorja ali glavnega operaterja, se morajo redno izpopoljevati na simulatorju jedrske elektrarne. Služba za izobraževanje organizira tečaje na simulatorju jedrske elektrarne Zion v ZDA, ker v Jugoslaviji nimamo simulatorja jedrske elektrarne. V letu 1990 je uspešno opravilo preizkus znanja za operaterja reaktorja in s tem obnovilo svoja delovna dovoljenja 8 delavcev, prav toliko jih je bilo uspešnih tudi pri izpitih za glavnega operaterja.

Poleg tega da pošilja svoje delavce na izobraževanje v tujino, pripravi služba izobraževanja za večje število delavcev tečaje s tujimi predavatelji kar v jedrski elektrarni ali pa v izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo v Ljubljani.

Pomembni tečaji v letu 1990 s tujimi predavatelji v NE Krško so bili:

8.5 - 12.5. - družba Gilbert Commonwealth je pripravila tečaj o rezervnih delih.

28.5. - 1.6. - svetovalna firma NUS (Nuclear Utility Services) je imela tečaj o kemiji in radiokemiji pri tahkovodnih tlačnih reaktorjih.

10.9. - 14.9. - Westinghouse je organiziral tečaj o analizi jedrskih nezdod in o obratovnih navodilih za NE Krško.

V NE Krško sodelujejo tudi z domačimi izobraževalnimi ustanovami, tako so oktobra skupaj z Visoko tehniško šolo iz Maribora organizirali tečaje iz fizike, elektrotehnike, kemije in mehanike.

V Izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo Milan Čopič so v sodelovanju s tujimi predavatelji pripravili tečaje: 25.6. – 6.7. – obvladovanje jedrskih nesreč v elektrarnah z lahkovodnim tlačnim reaktorjem (22 udeležencev) 3.9. – 5.9. – projektno vodenje (18 udeležencev) 1.10. – 12.10. – upoštevanje varnostnih zahtev pri staranju jedrskih elektrarn (27 udeležencev).

V ICJT so bili tudi tečaji iz osnov tehnologije močnostnih reaktorjev (osem mesecev), tečaj zagotovitve kakovosti in razni seminarji Elektrogospodarstva Slovenije.

### 3.1.8. Uparjalniki

Zaradi erozijskih in korozijskih procesov v ceveh uparjalnikov nastajajo napake, ki zmanjšujejo njihovo nosilnost. Ko narastejo napake do take velikosti, da obstoji nevarnost, da bi cevi začela puščati, ali pa bi se zlomila, je treba takšne cevi začepiti ali popraviti. Vsako leto je treba cevi v uparjalnikih pregledati z metodo vrtničnih tokov in oceniti poškodovanost cevi.

V letu 1990 je začepjenost cevi v uparjalniku št. 1 dosegla 12.8 %, v uparjalniku št.2 pa 6.4 %. Analize, ki so jih opravili v letih 1988 in 1989, kažejo, da je osemnajstodstotna začepjenost cevi na vsakem uparjalniku zgornja meja, ki še dovoljuje delovanje reaktorja s polno močjo. Tabela 3.1.11 prikazuje, kako je potekalo čepljenje cevi v NE Krško v vseh letih njegovega obratovanja.

Tabela 3.1.11: Začepjenost cevi obeh uparjalnikov v NE Krško. V uparjalnik št.1 je vgrajenih 4568 cevi, v uparjalnik št.2 pa 4575.

Leto	uparjalnik št. 1		uparjalnik št. 2	
	st. začep. cevi	začepjenost %	st. začep. cevi	začepjenost %
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

Iz tabele 3.1.11 je razvidno, da se začepjenost cevi blizu dopustni meji 18% v obeh uparjalnikih pri polni moči reaktorja. Tendence čepjenja kaže, da bo ta meja brez spremenjenega načina popravila poškodovanih cevi dosežena v nekaj letih, vsekakor pa pred iztekom projekturne življenjske dobe elektrarne. RUJV skrbno zasleduje stanje obeh uparjalnikov v NE Krško in v podobnih elektrarnah v svetu ter spremlja ukrepe tujih upravnih organov na tem področju.

### 3.1.9. Remont in spremembe v NE Krško v letu 1990

Remontna dela v NE Krško so trajala 46 dni, 2 uri in 37 minut, kar pomeni minimalno odstopanje od načrtovanih 45 dni. Pri remontu je bilo treba posebno pozornost posvetiti vzdrževanju uparjalnikov, druga važnejša dela pa so bila:

- menjava jedrskega goriva,
- vzdrževanje reaktorskih črpalk,
- test tesnosti oziroma prepustnosti zadrževalnega hrama, – ISI (in service inspection) dejavnosti (medobratovalno preizkušanje),
- preizkus in vzdrževanje turbine,
- popravila, vzdrževanje in testiranje črpalk, motorjev, izmenjevalnikov toplote, ventilov, električne opreme in ventilacijskih sistemov.

Čeprav je bil to prvi remont pozimi in v zelo neugodnih gospodarskih razmerah, so bila vsa dela skupaj s tistimi, ki so jih opravili tuji in domači zunanji izvajalci, kakovostno in pravočasno opravljena.

V NE Krško imajo petletni plan prioritarnih dejavnosti, v katerem so vsebovane vse spremembe in investicije za obdobje 1988 do 1992. V letu 1990 so bile opravljene naslednje spremembe, za katere je bilo izdelano varnostno poročilo in so bile obravnavane na Strokovnem svetu pogona – SSP:

- dopolnitev sistema glavne napajalne vode,
- vzpostavitev brezalarmnega stanja na glavni kontrolni plošči pri obratovanju na nominalni moči,

- instalacija radiacijskih monitorjev ob parovodih,
- sprememba vezja regulacije napetosti na obeh glavnih transformatorjih,
- sprememba lokacije starega sušilnika vodika za hlajenje rotorja glavnega generatorja,
- izvedba dodatnih alarmov na panelih,
- izgradnja temelja za rezervni transformator lastne potrošnje 30 MVA,
- vgraditev oscilografov tipa »SOREL«,
- strelovodna zaščita 400 kV daljnovodnega postroja,
- zamenjava prenapetnostnih odvodnikov v 110 kV sistemu,
- gradnja objekta za skladiščenje olj.

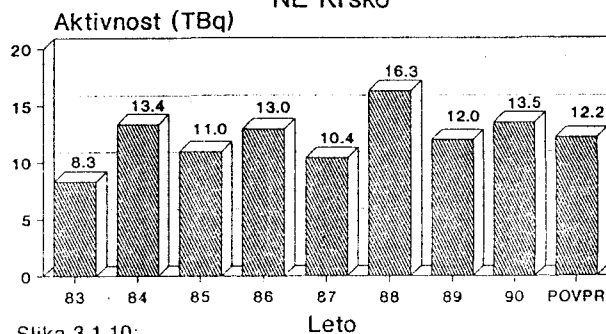
### 3.1.10 Izpuščanje radioaktivnosti v okolje

Mejne vrednosti izpustov radioaktivnih snovi v okolico so določene z odločbo Republiškega energetskega inšpektorata za začetek obratovanja jedrske elektrarne št.31-04/83-5 z dne 6.2.1984 in odločbo istega organa za spremembo obratovalnih pogojev in omejitev št.31-04/78-6 z dne 2.10.1987.

Tudi v letu 1990 so izpusti radioaktivnih snovi dosegli zgolj nekaj odstotkov vrednosti predpisanih z navedenima odločbama, razen za tritij, katerega aktivnost je dosegla približno dve tretjini dovoljene vrednosti. Iz diagramov na slikah 3.1.10 do 3.1.12 vidimo, da je bila aktivnost tekočinskih izpustov v letu 1990 višja kot leto poprej, vendar je bila približno enaka aktivnosti v letih 1987 in 1988. V splošnem je bila aktivnost tekočinskih izpustov leta 1990 za polovico manjša, kot je povprečje za ves čas obratovanja NE Krško. Aktivnost izpuščenih žlahtnih plinov je bila v letu 1990 nekajkrat večja kot v prejšnjih dveh letih (89 in 88), vendar samo za tretjino večja kot je povprečje jedrske elektrarne za obdobje od 1983 do 1990. Aktivnost izpuščenega tritija je bila leta 1990 podobna kot leto poprej in skoraj enaka povprečju za celoten čas obratovanja elektrarne.

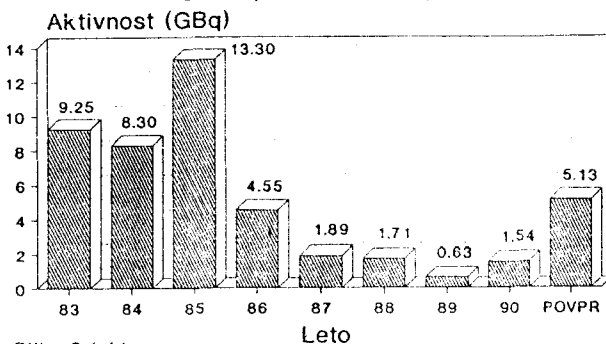
V mesečnih, četrletnih in letnih poročilih NE Krško redno poroča pristojnim upravnim organom o izpustih radioaktivnih snovi v okolje.

### Aktivnost izpuščenega tritija NE Krško



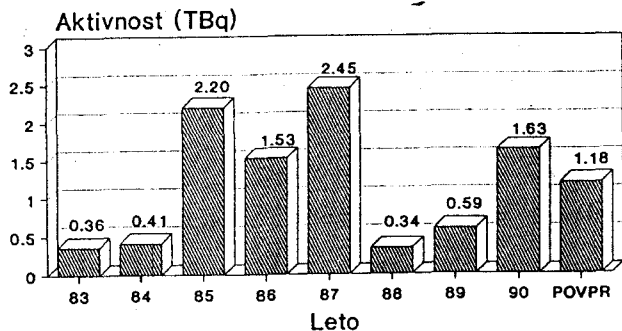
Slika 3.1.10: Aktivnost izpuščenega tritija iz tekočinskih izpustov (omejitev znaša 20 TBq na leto)

### Aktivnost tekočinskih izpustov NE Krško Brez H-3, alfa sevalcev in žl. plinov



Slika 3.1.11: Aktivnost tekočinskih izpustov (omejitev znaša 200 GBq na leto)

## Aktivnost izpuščenih žlahtnih plinov NE Krško



Slika 3.1.12:  
Aktivnost izpuščenih žlahtnih plinov (omejitev 110 TBq na leto)

### 3.1.11 Redni nadzor radioaktivnosti v okolici NE Krško

A) Področja merjenja radioaktivnosti in izvajalci  
Redni radiološki nadzor Nuklearne elektrarne Krško vsebuje nadzor inventarja tekočih in plinastih emisij ob izvoru ter neodvisen nadzor vnosa radionuklidov v širše okolje (nadzor imisij). Nadzorovano področje obsega 12-kilometrski pas okoli objekta, kjer se pričakujejo najvišje vrednosti imisij in je potencialno mogoče najprej zaznati spremembe. Kot referenčne točke, pomembne za nezgodno pripravljenost, so v programu vsebovana tudi merilna mesta v R Hrvaški v smeri proti Zagrebu ter zahodno od njega (pasivni termoluminescenčni dozimetri v loku dolžine 45 km).

Emisije stalno nadzoruje radiološka služba NE Krško, imisije pa redno nadzorujejo zunanje pooblaščenice organizacije: Institut Jožef Stefan in Zavod za varstvo pri delu iz Ljubljane, Institut Rudjer Bošković – Centar za istraživanje mora in Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada iz Zagreba.

B) Rezultati nadzornih meritev (opomba 1)

Ocena doz na podlagi imisij – voda reke Save  
Koncentracija radionuklidov, predvsem obeh cezijeve izotopov (posledica černobilskega onesnaženja), se je že med letom 1988 v splošnem ustalila na ravni druge polovice leta 1987 ali na nekoliko nižji, pri poljščinah pa praktično padla na predčernobilsko raven. To stanje, s tendenco nadaljnjega počasnega upadanja, zlasti prispevkov bolj kratkoživega cezija-134, je opaziti tudi v letu 1990. Najpomembnejšo vlogo v obremenitvi z umetnimi radionuklidi zaradi splošne kontaminacije okolja je prevzel ponovno stroncij-90, ki je pretežno posledica predčernobilskih: atmosferskih eksplozij jedrskih bomb.

Prispevek tekočih izpustov papirnice Videm k obremenitvi savske vode z umetnimi radionuklidi je bil v letu 1990, približno enak kot leto prej, in v primerjavi s prejšnjim letom vezan predvsem na vodni filtrat. Prispevek stroncija je postal primerljiv s prispevkom drugih umetnih radionuklidov. Tako kot že v prejšnjih treh letih so prispevki cezijeve radionuklidov iz izpustov papirnice Videm (ki se jim do vstopa v elektrarno ni uspelo razredčiti s savsko vodo) povzročali, da je bila povprečna letna koncentracija cezijeve izotopov v savski vodi pri vstopu v elektrarno večja kot po mešanju s Savo v nadzorni točki v Brežicah (podobno velja tudi za stroncij, ki pa v izpustih NE Krško ni pomemben!). Kljub temu je bilo mogoče posredno na podlagi spremenjenega razmerja obeh cezijeve izotopov v vzorcih oceniti prispevke NE Krško k obremenitvi Save. Po tej oceni je mogoče približno eno tretjino povprečnih letnih koncentracij cezijeve izotopov v savski vodi (v nadzorni točki v Brežicah) pripisati jedrski elektrarni, ostalo pa splošni, predvsem černobilski onesnažitvi okolja. Če upoštevamo tudi prirastek koncentracije tritija in ocenjen prirastek joda-131, ki ga prispevajo elektrarniški izpusti, dobimo oceno, da je prispevek NE Krško k potencialni letni obremenitvi referenčnega človeka, ki bi celo leto pil samo savsko vodo v Brežicah, manj kot 0.72 Sv/leto, kar je približno 50% ocenjenega prispevka vseh umetnih radionuklidov v Savi oziroma 3% vseh radionuklidov v Savi. (Jod-131 so

v letu 1990 v glavnem prispevale bolnišnice. Približna ocena prispevka bolnišnic k potencialni letni obremenitvi referenčnega človeka znaša 0,80 Sv/leto in utegne biti večja od prispevka NE Krško.) Podobno, približno dvakrat višjo vrednost obremenitve 1,6 Sv/leto, dobimo tudi za Savo v Jesenicah na Dolenjskem.

Ta ocena za Savo daje enako letno dozo kot v letu 1989 in dvakrat višjo kot v letu 1988, predvsem na račun konservativne ocene joda-131.

Ocena doz na podlagi imisij – ribe

Za oceno povečanja učinkovite doze referenčnega človeka zaradi uživanja savskih rib (36 kg/leto, cela riba), dobimo potencialne vrednosti 3,8 Sv/leto, kar je 5% celotne obremenitve od vseh radionuklidov vnešenih z ribami. RIBE SO BILE DO LETA 1986 (černobilska nesreča) kritična prenosna pot za emisije NE Krško preko prehranske verige. V povprečju se ribe tudi v letu 1990 bistveno ne razlikujejo po vsebnosti cezijeve izotopov (iz černobilske nesreče) od druge beljakovinske hrane. Med umetnimi radionuklidi v ribah so prispevki stroncija-90 postali najpomembnejši.

Ocena doz na podlagi imisij – vodovodi

Neodvisna modelna ocena s programom LADTAP učinkovite doze potencialno najbolj izpostavljenega posameznika iz referenčne skupine brežiških prebivalcev za pričakovane prenosne poti tekočih efluentov preko Save, ki temelji na mersko ocenjenem razredčitvenem faktorju v Savi in inventarju letnih izpustov NE Krško (dopolnjena mesečna poročila NE Krško za leto 1990), daje učinkovito ekvivalentno dozo 0,4 Sv/leto. Doza je primerljiva z dozama iz preteklih treh let.

Ocena doz na podlagi imisij – 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 preko savske vode. V drugi polovici leta 1990 so brežiški vodovod začeli napajati iz nove globoke vrtine, ki se odlikuje z vodo z zelo nizko vsebnostjo tritija (stara voda), tako da je ta povezava odpadla. Izmerjeni prispevek vseh umetnih radionuklidov iz brežiškega vodovoda k letni obremenitvi odraslega prebivalca zaradi pitja te vode je bil zato v letu 1990 za polovico nižji kot v predhodnih dveh letih in je znašal 0,08 Sv/leto, pri čemer je ocenjeni prispevek NE Krško preko tritija manj kot polovica te vrednosti (0,03 Sv/leto) ali 0,3% celotne obremenitve (10,6 Sv/leto) zaradi vsebnosti umetnih in naravnih radionuklidov. Nadzorne vrtine v naplavinah samoborskega področja v letu 1989 niso pokazale zaznavnega vpliva splošnega onesnaženja, niti se v njih ne zazna vpliv NE Krško (tritij).

Ocena doz na podlagi imisij – zrak

Imisijske meritve aerosolov na filterih 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 so zaznale I-131 nad spodnjo detekcijsko mejo v prvi polovici junija in septembra, vendar pa v celoti pod nadzorno mejo, ki ustreza pogojni letoletni ščitnični dozi 0,4 Sv.

Ocena doz na podlagi emisij – zrak

Neodvisna modelna ocena narejena na podlagi inventarja plinastih emisij (mesečna poročila NE Krško za leto 1990 o emisijah žlahtnih plinov, aerosolov in jodov dopolnjena z oceno plinastih emisij H-3 in C-14) in mesečnih razredčitvenih faktorjev (meteorološka poročila Hidrometeorološkega zavoda), so dale v letu 1990, kot najvišjo obremenitev zaradi inhalacije (0,42 Sv/leto) in zaradi zunanjega sevanja iz zraka (0,05 Sv/leto) skupaj vrednost doze 0,47 Sv/leto v naselju Sp. Stari Grad (smer NE, razdalja 0,8 km)

Ocena doz na podlagi zunanjega sevanja

Doza zaradi zunanjega sevanja, merjena s termoluminescenčnimi dozimetri vse leto na petdesetih krajih okoli NE Krško, je pokazala povprečno vrednost 877 Sv/leto, kar je za 45% več kot pred černobilsko onesnažitvijo. Opažena večja, krajevno značilna odstopanja od povprečne vrednosti razlagamo z neenakomerno porazdelitvijo černobilskega onesnaženja in

naravne radioaktivnosti in ne vplivom NE Krško. Omenjena odstopanja so v letu 1990 primerljiva z odstopanji v preteklem letu, povprečna vrednost doze pa se je nekoliko zmanjšala. domnevno na račun izpiranja ostankov černobilskega cezijevega useda v globlje plasti zemlje in tudi razpada bolj kratkoživih radionuklidov. Avtomatski kontinuirni merilniki hitrosti doze (tri stalne lokacije), namenjeni predvsem nezgodnemu opozarjanju, so pokazali skladne rezultate s TL–dozimetri po krajevnih značilnih velikostih letnih doz, pokazali pa so občasna nekajurna odstopanja hitrosti doz (do največ 60% nad mesečnim povprečjem), ki jih pripisujemo spiranju (domnevno naravnih) radionuklidov iz ozračja z dežjem. Ti pojavi so bili opaženi tudi v Ljubljani in niso povezani z obsežnejšimi plinastimi emisijami – spraznitvami. Med temi povišanji doznih hitrosti ni bilo opaziti, kar je skladno tudi z izračuni.

#### Vzporedne kontrolne meritve

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

#### Realistična ocena doz

Na podlagi vseh imisijskih in emisijskih meritev in uporabljanih računskih modelov na osnovi emisij in dostopnih podatkov iz literature lahko naredimo realistično oceno obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov. V tabeli 3.1.12 in slikah od 3.1.12a do 3.1.12d je predstavljena celotna obremenitev glede na vire, pri čemer je upoštevano ionizirajoče sevanje iz naravnih in umetnih virov.

#### C) Sklepne ugotovitve

Vse ugotovljive in količinsko ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij Nuklearne elektrarne Krško so bile pod upravno dopuščenimi mejnimi vrednostmi (opomba 2). Ocenjene potencialne obremenitve posameznikov iz privzetih referenčnih skupin prebivalstva iz neposredno ocenjenih imisijskih vrednosti dajejo vrednosti za efektivne doze manjše od 10 Sv/leto, oz. manjše od 0,5% letne doze, ki jo povprečno prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov. Enako oceno dobimo tudi iz računskih modelov na podlagi podatkov o letnih emisijah NE Krško.

Izveček, narejen iz poročila: meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško – Poročilo za leto 1990, IJS DP–6120, Ljubljana, februar 1990.

#### Opombe:

1. Navedene vrednosti letnih doz v Sv/leto (mikroSieverti na leto) veljajo v vseh ustreznih primerih (z izjemo zunanjega sevanja) za količino, ki jo definiramo kot 150–letno predvideno efektivno enakovredno doz.

2. Zakonsko postavljena vrednost mejne letne doze za posameznika iz prebivalstva, ki ni poklicno izpostavljen sevanju, je 1000 Sv/leto (1000 mikroSievertov na leto = 1 miliSievert na leto) efektivne enakovredne doze. Mejna vrednost velja za skupne prispevke vseh umetnih virov sevanja, z izjemo medicinskih in prispevke modificiranih naravnih virov sevanja z izjemo radona v hišah. Poleg navedene osnovne splošne omejitve, pa obstajajo tudi upravne omejitve, ki veljajo za normalno obratovanje posameznih jedrskih objektov – tako imenovane avtorizirane mejne doze, ki so večinoma nižje od osnovne. Po lokacijski odločbi Republiškega sekretariata za urbanizem (št. 350/F–15/69 od 8.8.1974) je mejna vrednost doze za NE Krško 50 Sv/leto.

D) Pregled virov in velikosti obremenitev prebivalcev v okolici Krškega zaradi sevanja

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

Tabela 3.1.12: Realistična ocena obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov

1. NOTRANJE OBSEVANJE			
	(posledica vnosa in prisotnosti radionuklidov v telesu ter njihova sevalna učinkar na telo)	Efektivna enakovredna doza (*1)	( $\mu$ Sv/leto)
1.1.	zaradi vnosa s dihanjem (inhalacijo) iz naslednjih virov:		
1.1.1.	naravna radioaktivnost		
	– Radon – 222 in kratkoživi potomci v zraku	1300 (*2)	
1.1.2.	splošna kontaminacija prašnih delcev (aerosolov)		
	– tehnološko in naravno nakopičen svince – 210	22	
	resuspendirani umetni radionuklidi	<0,02	
1.1.3.	zračna emisija NE Krško		
	– tritij, ogljik – 14, jod – 131, itd	0,42	
	<b>delna vsota za inhalacijo</b>	<b>1322</b>	
1.2.	zaradi vnosa s hrano in vodo (ingestija) iz naslednjih virov (*3):		
1.2.1.	naravna radioaktivnost		
	– kralj – 40	180	
	– uranov in torijev niz	140	
	– drugo	40	
	<b>seštevek</b>	<b>360</b>	
1.2.2.	splošna kontaminacija Černobil, jedrske eksplozije, tehnološko kopičenje umetnih radionuklidov		
	– hrana – Černobil	3	
	– drugo	9,9	
	– voda	<0,1	
	<b>seštevek</b>	<b>13</b>	
1.2.3.	memisije NE Krško v Savo		
	– hrana (ribe)	<1,8	
	– voda	0,03	
	<b>seštevek</b>	<b>1,8</b>	
	<b>delna vsota za ingestijo</b>	<b>375</b>	
	<b>delna vsota za notranje obsevanje</b>	<b>1697</b>	
2. ZUNANJE OBSEVANJE			
	(posledica virov sevanja zunaj telesa v okolju ter njihovega sevalnega učinka na telo)	Efektivna enakovredna doza (*1)	( $\mu$ Sv/leto)
2.1.	zaradi medicinske diagnostike (*4)	1500	
2.2.	zaradi naravnega sevanja (kozmičnega in terestialnega)		
	– kozmična nevtronska komponenta	60	
	– kozmično in terestialno sevanje (U, Th niz. K-40, kozmično sevanje)	660	
2.3.	zaradi černobilskega useda v okolju (*5)	100	
2.4.	zaradi zračnih emisij NE Krško	0,05	
	<b>delna vsota za zunanje obsevanje</b>	<b>2320</b>	
	<b>celotna vsota z notranje in zunanje obsevanje</b>	<b>4017</b>	

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

(\*2) Za bivališča s povprečno ravnovesno radonovo koncentracijo 15 Bq/m<sup>3</sup> (oz. koncentracijo Rn–222 38 Bq/m<sup>3</sup> ob

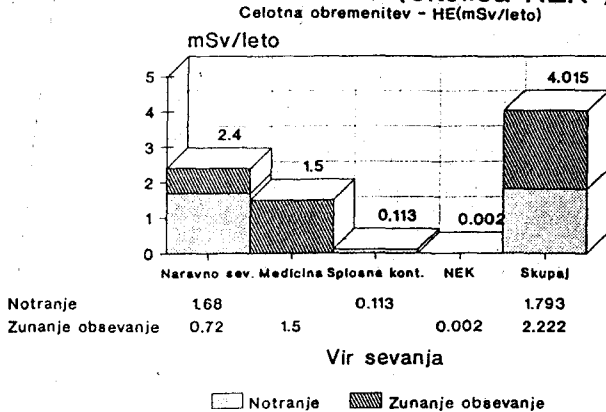
ravnovesnem faktorju 0,4) in faktorju bivanja v bivališčih 0,8 ter bivanja na prostem 0,2).

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

(\*4) Podatki, vzeti iz vladnega poročila ZRN za 1989. leto (Bericht der Bundesregierung uber Umweltradioaktivitat und Strahlenbelastung fur das Jahr 1987., Drucksache 11/6142, 20.12.1989). Zelo približna ocena za prebivalstvo v Sloveniji nakazuje približno tolikšno ali višjo izpostavljenost zaradi slabše opreme ob nižjem številu pregledov.

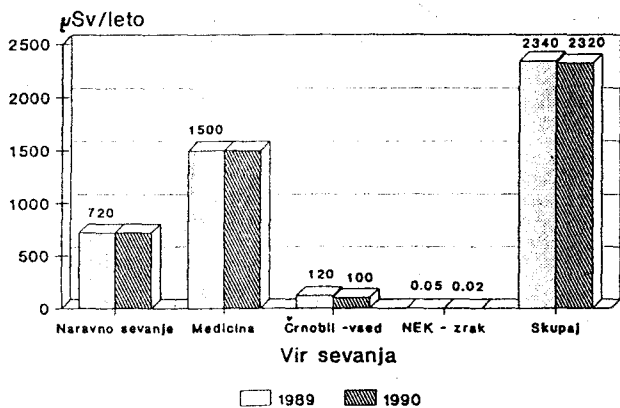
(\*5) Predpostavljeno je podaljšano bivanje na prostem s faktorjem bivanja na prostem 0,3 in v bivališčih 0,7.

### Celotno breme - 1990 (okolica NEK)



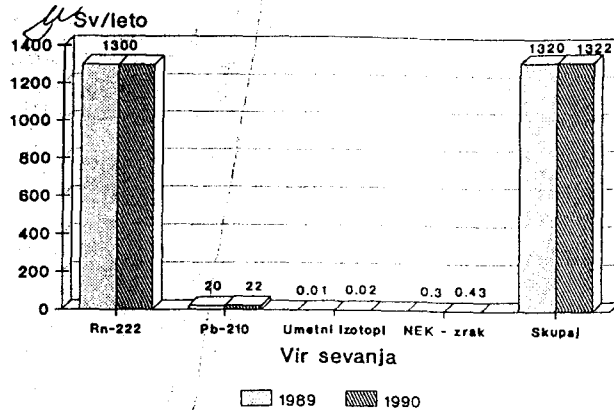
Slika 3.1.12a: Realistična ocena obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi sevanj iz vseh virov - celotno breme

### Zunanje obsevanje - okolica NEK



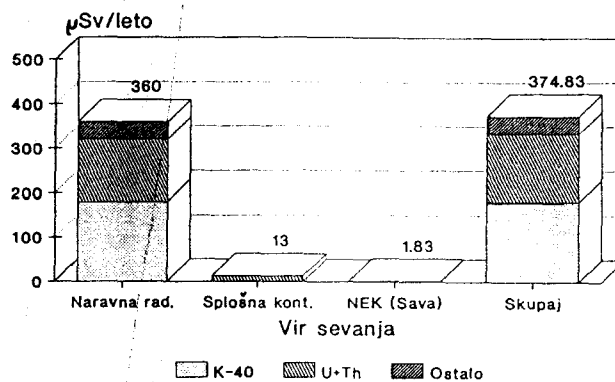
Slika 3.1.12b: Realistična ocena obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi zunanjega obseva

### Inhalacija - okolica NEK



Slika 3.1.12c: Realistična ocena obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi inhalacije

### Ingestija - okolica NEK 1990



Slika 3.1.12d: Realistična ocena obremenitve referenčnega človeka v okolici NE Krško zaradi ingestije

## 3.2. REAKTORSKI CENTER V PODGORICI

### 3.2.1 Obratovanje raziskovalnega reaktorja TRIGA

Raziskovalni jedrski reaktor TRIGA Mark II s toplotno močjo 250 kW je v letu 1990 obratoval 2989 ur in pri tem proizvedel 747 MWh toplote. V povprečju obratuje okoli 60 ur na teden. V drugi polovici leta 1990 je raziskovalni reaktor TRIGA prenehal z obratovanjem zaradi predvidene posodobitve opreme v skladu z izkušnjami podobnih raziskovalnih reaktorjev v svetu.

#### A) Ustavitve

Reaktor je bil 228 krat ustavljen, od tega je bilo 16 nenačrtovanih ustavitve. Vzroki za nenačrtovane ustavitve so navedeni v tabeli 3.2.1.

Tabela 3.2.1:

Nenačrtovane ustavitve raziskovalnega reaktorja TRIGA v 1990

Št. ustavitvev	vzrok ustavitvev
6	izpad električne napetosti
4	okvara radiološkega monitorja
2	okvara detektorja merilnega kanala
2	vzdrževalna dela na instrumentaciji
2	izpad črpalisc

Vse napake so bile takoj odpravljene, tako da ni bilo daljših ustavitelj reaktorja zaradi okvar instrumentacije.

#### B) Gorivo

Gorivo je bilo zamenjano dvakrat. Ob koncu leta 1990 je bila sredica izpraznjena zaradi rekonstrukcije. Na Reaktorskem centru v Podgorici je v shrambi svežega goriva 95 svežih gorivnih elementov, v shrambi obsevanega goriva je 133 gorivnih elementov, v stojalih v reaktorskem bazenu je 83 gorivnih elementov, 2 gorivna elementa pa sta v merilnem mestu v reaktorski hali. Vsega skupaj je torej 313 gorivnih elementov.

Poškodovanih gorivnih elementov ni bilo.

#### C) Osebj

Za obratovanje reaktorja skrbijo vodja reaktorja, pet operaterjev in služba za zaščito pred ionizirajočimi sevanji. V letu 1990 se je osebje pogona reaktorja zmanjšalo za dva delavca iz mehanske delavnice.

#### D) Prejete doze osebja

Devet oseb je prejelo efektivne ekvivalentne doze za sevanje gama od 0,67 do 1,70 mSv, za nevtrone pa so bile od približno 0,5 do 2 mSv. Pri dozah za sevanje gama ni odšteto naravno ozadje, ki znaša okoli 0,7 mSv na leto.

Reaktor uporabljajo za izobraževanje na osnovnem tečaju jedrske tehnologije in za pripravo radioaktivnih izotopov za medicino, industrijo in jedrsko kemijo. V letu 1990 je bilo obsevanih 1252 vzorcev za:

- Rudnik urana, Žirovski Vrh
- Klinični center, Ljubljana
- Onkološki inštitut, Ljubljana
- Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Ljubljana
- Inštitut Rudjer Bošković, Zagreb

### 3.2.2. Prehodno skladišče radioaktivnih odpadkov v reaktorskem centru v Podgorici

Prehodno skladišče za nizko- in sredneradioaktivne odpadke je namenjeno majhnim uporabnikom (v to skupino

ne spadata NE Krško in Rudnik urana Žirovski Vrh).

#### A) Nadzor skladišča

Nadzor skladišča, ki ga izvaja služba za zaščito pred ionizirajočimi sevanji, poteka enkrat tedensko in obsega:

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

V letu 1990 ni bilo večjih sprememb v porazdelitvi velikosti in hitrosti doze v skladišču, ker je bila dodana aktivnost relativno nizka. Zaradi razporeditve radioaktivnih odpadkov hitrost doze narašča od vhoda proti zadnji strani skladišča, kjer znaša 150 Sv/h. Najvišjo hitrost doze je v skladišču možno izmeriti na površini dveh kontejnerjev, ki vsebujeta radijeve igle in industrijski izvor Sr-90, in sicer 20 mSv/h.

Aktivnosti brisov so bile nemerljive ali pa so znašale največ do nekaj deset Bq/m<sup>2</sup> (največje dopustne aktivnosti so za sevalce alfa 40 kBq/m<sup>2</sup>, za sevalce beta in gama pa 400 kBq/m<sup>2</sup>), kar pomeni, da je skladišče tudi še po štirih letih delovanja nekontaminirano.

Koncentracija radona-222 s potomci v zraku skladišča je bila podobna kot prejšnje leto. Meritve za leto 1990 so pokazale koncentracijo 0,57 +/- 0,83 WL. Skladišče se v glavnem ne prezračuje, da se ne bi po nepotrebnem obremenjevalo okolje, razen pred deli v skladišču. Čas delovanja ventilacijskega sistema se beleži in je v letu 1990 znašal 111 ur.

#### B) Pregled radioaktivnih odpadkov

Vsi odpadki v skladišču so evidentirani, stanje v skladišču ob koncu leta 1990 pa je prikazano s tabelo 3.2.2. Merjenja radioaktivnosti kažejo, da je vpliv skladišča na okolje zanemarljiv.

Tabela 3.2.2:

Pregled radioaktivnih odpadkov v prehodnem skladišču reaktorskega centra v Podgorici za leto 1990

vrsta	stanje	izotopi	A
sodi	111	Co-60, Cs-137, Eu-152/U, Ra-226	3-20 Gbq
posebni	50	Co-60/Ra-226/Am-241	11 GBq
zaprti	58	Co-60, Sr-90	700 GBq

Opombe k tabeli 3.2.2.1. Navedeni so samo izotopi, ki prispevajo glavno aktivnosti ali so pomembni zaradi daljših razpadnih časov

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

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

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

### 3.2.3 Nadzor radioaktivnosti v okolici reaktorskega centra v Podgorici

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

Nadzor izpuha iz reaktorske hale obsega: določanje radioaktivnih aerosolov v zraku, določanje Ar-41 v zraku in merjenje mesečne doze s termoluminiscenčnim dozimetrom na izpuhu. V zraku se med umetnimi radionuklidi pojavljata le Na-24 in Tc-99m, katerih vsebnosti so nepomembne v primerjavi z izvedenimi koncentracijami. Vsebnost Ar-41 znaša pri polni moči reaktorja 250 kW okoli 100 kBq/m<sup>3</sup>, kar je v skladu z meritvami v predhodnih dveh letih.

Tekočinski izpusti, ki vsebujejo radioaktivne izotope, se med tednom zbirajo v zadrževalnem tanku, iz katerega se izpuščajo ob ponedeljkih, ko čez konec tedna razpadejo kratkoživi izotopi. Povprečna koncentracija pred redčenjem z vodo v nobenem primeru ni preseгла mejne vrednosti za pitno vodo.

V letu 1990 v padavinah in podtalnici niso izmerili nobenih umetnih radioaktivnih izotopov.

Ocenjena letna efektivna ekvivalentna doza za posameznika, ki je določena dokaj konzervativno, znaša zaradi Ar-41 v zraku 2 Sv in zaradi pitja rečne vode 1,5 Sv. Konzervativnost ocen je v tem, da privzamemo talni izpust Ar-41 (dejanska višina je 10 m), da reaktor deluje celo leto s polno močjo, zadrževanje prebivalca je 100 m od izpustnega mesta (ograja okoli objekta v glavnem ne dopušča tolikšnega približevanja), da prebivalec pije vodo ob času izpuščanja, zanemarljivo je redčenje tekočine pred izpustom v reko (razredčitveni faktor približno 5).

## 4. OBRATOVANJE JEDRSKIH OBJEKTOV V SVETU

### 4.1 PREGLED JEDRSKIH ELEKTRARN V SVETU

Tudi v letu 1990 se je zmanjšalo število obratujočih jedrskih elektrarn, tako kot že prejšnje leto, vendar se je njihova skupna električna moč povečala, ker vključujejo v omrežje vedno zmogljivejše elektrarne. Leta 1990 so zagnali 10 novih reaktorjev v jedrskih elektrarnah, 12 reaktorjev pa je bilo zaustavljenih. Deset novih reaktorjev je prispevalo približno 10000 MW električne moči, priključena moč zaustavljenih pa je znašala 4500 MW (Vir: Nuclear Engineering International, April 1991).

Ob koncu leta 1990 je v 25 državah obratovalo 424 reaktorjev s priključno močjo 324496 MWe, gradi pa se še 83 enot (Vir: IAEA Newsbriefs, Jan/Feb 1991) oziroma 57 enot s skupno močjo 47819 MWe (Vir: Nuclear Engineering International April 1991). Do razlike v številu elektrarn v gradnji je verjetno prišlo zaradi različnega prikazovanja statusa elektrarn, katerih gradnja je (začasno ali dokončno) ustavljena.

Delež jedrskih elektrarn pri proizvodnji električne energije v letu 1990 v svetu je bil 17% in je bil enak kot v letu 1989.

Deset na novo priključenih elektrarn je bilo v Kanadi (Darlington 2, CANDU reaktor 881 MWe), v Franciji (Cattenom 3 – lahkovodni tlačni reaktor 1300 MWe, Golfech 1 – lahkovodni tlačni reaktor 1310 MWe, Penly 1 – lahkovodni tlačni reaktor 1330 MWe), v Indiji (Narora 2 – težkovodni tlačni reaktor 220 MWe), na Japonskem (Kashiwazaki Kariwa 2 – vrelni reaktor 1067 MWe, Tomari 2 – lahkovodni tlačni reaktor 550 MWe), v ZDA (Comanche Peak 1 – vrelni reaktor 1150 MWe, Seabrook 1 – lahkovodni tlačni reaktor 1149 MWe) in v Sovjetski zvezi (Smolensk 3 – lahkovodni grafitni reaktor 925 MWe).

Dokončno je bilo ustavljenih 12 reaktorjev, in sicer v Franciji (Chinon A3 – plinsko hlajeni reaktor 360 MWe, St. Laurent A1 – plinsko hlajeni reaktor 390 MWe), v Nemčiji (Greifswald 1, 2, 3 in 4 – vsi so sovjetski lahkovodni tlačni reaktorji VVER-440 po 408 MWe in THTR 300 – visokotemperaturni plinsko hlajeni reaktor 296 MWe), v Italiji (Caorso – vrelni reaktor 860 MWe in Enrico Fermi (Trino) – lahkovodni tlačni reaktor 260 MWe), v Španiji (Vandellos 1 – plinsko hlajeni reaktor 480 MWe) in v Veliki Britaniji (Hunterston A1 – plinsko hlajeni reaktor 150 MWe in Winfrith – SGHWR vrelni reaktor, moderiran s težko vodo in hlajen z lahko vodo 92 MWe) (vir: Nuclear Engineering International April 1991).

V letu 1990 so se štiri države odločile, da začnejo graditi nove jedrske elektrarne. V Franciji so naročili Civaux 1 (lahkovodni tlačni reaktor 1516 MW), v Indiji so začeli pripravljati gradbišča za Koodankulam (dva 1000 MW lahkovodna tlačna reaktorja) in Kaiga (pet 235 MW težkovodnih tlačnih reaktorjev), v Tajvanu so dobili dovoljenje, da naročijo Yenliao (dve enoti po 1000 MW z lahkovodnim tlačnim reaktorjem). Republika Koreja je dovolila pričetek del za Uljin 3 in 4 (lahkovodni tlačni reaktorja po 950 MW) (Nuclear Engineering International, June 1991). Tabela 1: Jedrski energetski reaktorji v obratovanju in v gradnji ob koncu leta 1990 in ob koncu leta 1989 (vir: IAEA Newsbriefs, Jan/Feb 91)

	reaktorji v obratovanju		reaktorji v gradnji	
	1990	1989	1990	1989
Argentina	2	2	1	1
Belgija	7	7	-	-
Brazilija	1	1	1	1
Bolgarija	5	5	2	2
Česka in Slovaška	8	8	6	8
Finska	4	4	-	-
Francija	56	55	6	9
Indija	8	7	6	7
Iran	-	-	2	2
Italija	0	2	-	-
Japonska	41	39	10	12
Jugoslavija	1	1	-	-
Juznoafriška r.	2	2	-	-
Kanada	19	18	3	4
Koreja rep.	9	9	2	2
Kuba	-	-	2	2
LR Kitajska	-	-	3	3
Madzarska	4	4	-	-
Mehika	1	1	1	1
Nemčija	25	30	6	6
Nizozemska	2	2	-	-
Pakistan	1	1	-	-
Romunija	-	-	5	5
Sovjetska zveza	47	46	25	26
Španija	9	10	-	-
Švedska	12	12	-	-
Svica	5	5	-	-
Tajvan	6	6	-	-
V. Britanija	37	39	1	1
ZDA	112	110	1	4
Skupaj:	424	426	83	96

## 4.2 PREGLED STANJA JEDRSKE VARNOSTI V SVETU

### 4.2.1 Opredelilne do jedrskih programov v svetu

V Švici so se volilci septembra 1990 odločali med dvema možnostma: ali naj zaprejo svoje jedrske elektrarne, ali pa naj sprejmejo desetletni moratorij na gradnjo novih jedrskih elektrarn. Švicarji so izbrali drugo možnost, torej da obdržijo jedrske elektrarne, deset let pa ne bodo gradili novih (NEW, No. 3-4).

Poljska vlada se je zaradi tehnološko-finančnih in političnih razlogov odrekla gradnji kompleksa jedrskih elektrarn v Żarnowcu severozahodno od Gdanska, kjer naj bi bile štiri enote sovjetskega tipa VVER-440 (lahkovodni tlačni reaktor). Obenem se je odrekla tudi gradnji jedrskih elektrarn na Poljskem nasploh. Belgijska svetovalna firma Belgatom je tudi ocenila, da omenjene jedrske elektrarne na Zahodu ne bi bile odobrene. Prvi dve enoti sta zgrajeni približno do 30% (NW, No. 37). Po drugi strani pa Poljska že razmišlja o gradnji jedrskih elektrarn po letu 2000 (vir: Poročilo poljske delegacije na posvetovanju OECD/NEA Dec.1990, Pariz).

V Italiji so v začetku leta 1990 izračunali stroške za zaprtje jedrskih elektrarn. Po približnih industrijskih ocenah (bolj točno oceno stroškov bo sporočil poseben komite italijanskega ministrstva) naj bi ta vsota znašala najmanj 7000 milijard lir. V tej oceni niso upoštevani stroški za konzerviranje ugasnjenih JE Trino in Caorso in za plače zaposlenih v teh dveh elektrarnah. Italijanski parlament je 13. junija 1990 tudi odločil, da dokončno zapre ugasnjeni JE Trino in Caorso (NEW, No. 3-4).

Jedrski upravni agenciji obeh Nemčij (ZRN, NDR) sta določili delovno skupino, ki je začela z delom za združitev nemškega jedrskega zakona. Združeno zakonodajo naj bi uskladili predvidoma do leta 1991. Javna intervencija pri pridobivanju jedrskih dovoljenj je po mnenju strokovnjakov največja ovira pri oblikovanju nove jedrske zakonodaje. Zahodnonemški strokovnjaki pravijo, da bi bilo prezgodnje vsiljevanje njihovih normativov Vzhodni Nemčiji usodno, saj niti ena izmed desetih vzhodnonemških JE, ki so bodisi v obratovanju bodisi v gradnji, ne dosega zahodnonemških standardov za varno obratovanje (NW, No. 13). Kljub takemu mnenju pa je po združitvi obeh Nemčij obveljala za vse ozemlje jedrska zakonodaja bivše Zahodne Nemčije. Tako so bile že pred koncem 1990 ustavljene vse jedrske elektrarne v bivši NDR in naročene obsežne študije o možni dograditvi varnostnih sistemov do ravni, ki bi zadovoljeval stroge nemške predpise.

V ameriški zvezni državi Oregon so volilci zavrnili začasno zaprtje JE Trojan, dokler zvezno odlagališče ne bo začelo sprejemati zgorelega goriva. Doslej so v 14 letih proizvedli 360 ton visoko radioaktivnih jedrskih odpadkov. Nasprotniki JE so dvomili o rentabilnosti elektrarne in o sposobnosti, da vzdrži potros. Stroške za nadomestilo energije (1178 MWe) v naslednjih 20 letih so ocenili na 3 milijarde dolarjev. Volilci so predlog za zaprtje zavrnili že drugič v zadnjih štirih letih (NW, No. 45).

Jedrsko energijo so v ZDA uvrstili med učinkovita sredstva v boju proti topli gredi. Po dolgotrajnejšem počernobilskem izogibanju jedrski energiji so jo vključili v osnutek zakona o globalnem segrevanju, ki ga pripravlja senatni odbor za energijo in naravne vire (NW, No. 31).

Pred francoskimi zakonodajalci so razgrnili jedrski program, ki so ga pravniki temeljito pregledali. Glavna poudarka sta bila, da mora biti jedrski program bolj odprt za javnost, večja pa mora biti tudi pristojnost neodvisnih teles za jedrsko varnost (NW, No. 51).

### 4.2.2 Projektiranje, gradnje

V Nemčiji so primerjali zahteve za svojo naslednjo generacijo jedrskih elektrarn z ameriškim, predvsem so bile poudarjene varnostne značilnosti, ki so jih Nemci že vgradili v projekte svojih reaktorjev Konvoi. Nova zasnova naj bi povečala sprejemljivost takšnih JE za javnost. Napredek je torej možen s poenostavitvijo in raznovrstnostjo tehničnih varnostnih zahtev za preprečitev taljenja sredice za različne scenarije nezgodnih dogodkov (Atomwirtschaft, No. 8-9).

Sredi poletja je kanadska AECL Candu predložila projekt za drugo 600 MWe Candu enoto Korea Electric Power Company, ki naj bi jo gradili pri Wolsungu v Republiki Koreji (NW, No. 38).

Češkoslovaško podjetje Škoda, ki je do zdaj proizvajala tlačne posode in druge sestavne dele primarnega kroga za sovjetske reaktorje, išče zahodno družbo, ki bi ponudila načrt in konstrukcijo za 600 MWe reaktor, ki bi zamenjal dva sovjetska tipa VVER s 1000 MWe, ki so jih hoteli postaviti na lokaciji JE Temelin 3 in 4, vendar je češkoslovaška vlada ustavila njuno gradnjo. Predstavniki Škode zatrjujejo, da se je tudi podpora domače vlade za gradnjo načrtovanih JE Temelin 3 in 4 nekoliko zmanjšala, in to predvsem zaradi finančnih težav, ker se vlada sicer zavzema za preprečevanje onesnaženja s kurjenjem fosilnih goriv (NW, No. 13).

Madžarska se je odločila, da bo svoji dve načrtovani JE zgradila skupaj z zahodnimi proizvajalci, Bolgarija je začasno ustavila graditev štirih enot na lokaciji Belene, zaradi sprememb v Nemčiji ne more več računati na partnerstvo pri projektih na tleh bivše Vzhodne Nemčije.

Zamenjava uparjalnikov sodi zagotovo med najzahtevnejša in najdražja opravila pri obnavljanju in posodabljanju jedrskih elektrarn, obenem pa je brezhiben uparjalnik pomemben za ekonomično in varno delovanje elektrarne.

Družba Siemens/KWU bo v belgijski JE Doel-3 (lahkovodni tlačni reaktor 940 MWe) zamenjala tri obstoječe uparjalnike, katerih cevi kažejo korozijske poškodbe. Uparjalnike bosta izdelali belgijska družba Cockerill iz Liege in španska družba Equipos Nucleares SA iz Santandra. Opremo bosta izdelali po specifikacijah Siemens/KWU, ki bo tudi nadzoroval opravljena dela in njihovo kakovost (NW, No. 34).

Družba Bechtel-KWU je pripravljala ponudbe za zamenjavo uparjalnikov, ker predstavniki te firme menijo, da bo trg za zamenjavo uparjalnikov v ZDA kmalu prenasičen, zato bo le nekaj družbam uspelo ostati na področju izdelave in vgradnje uparjalnikov. Bechtel-KWU se ravno zato namerava specializirati za uparjalnike, da bi lahko še obstal v vedno ostrejši konkurenci (NW, No. 31).

Francoski Framatome in Electricite de France sta izredno hitro (v 70 dneh) zamenjala uparjalnike v JE Dampierre-1. Pri tem je osebje prejelo dozo 2.5 človekSv. Nekaj daljši čas je bil dosežen pri zamenjavi uparjalnikov v JE Ringhals-2 na Švedskem v letu 1989, ki jo je izvajal Siemens/KWU, kjer so delavci prejeli dozo 3 človekSv (NW, No. 23).

#### 4.2.3 Obratovanje, nezgode, nesreče

Našteti so nekaj najpomembnejših nezgod, ki so se zgodile po svetu v letu 1990, in sicer v Nemčiji, Franciji, Belgiji, ZDA in na Finskem. Poročila kažejo, da je treba z vsoto resnostjo obravnavati dogodke, ko sicer ni bilo nobenih posledic za osebje ali okolje, vendar varnostni sistemi niso bili pripravljeni, da takoj delujejo. Za jedrsko varnost zelo pomembni dogodki se lahko zgodijo tudi, ko je reaktor ustavljen zaradi menjave goriva in vzdrževalnih del. Iz števila poročil o nezgodah je razvidno, da je takšnih dogodkov v enem letu nesorazmerno več, če primerjamo čas trajanja ustavitve s časom obratovanja reaktorja.

Mednarodna agencija za atomsko energijo – MAAE in Agencija za jedrsko energijo – NEA pri Organizaciji za gospodarsko sodelovanje in razvoj (NEA/OECD) sta dali v poskusno uporabo mednarodno lestvico za razvrščanje nevarnih dogodkov in okvar v jedrskih reaktorjih. To lestvico, imenovano tudi INES (International Nuclear Event Scale), je sprejela tudi Republiška uprava za jedrsko varnost. V poskusni uporabi je zdaj ta lestvica razen v Jugoslaviji še v Franciji, Belgiji, Veliki Britaniji, Švici, Švedski, Finski, Madžarski, Bolgariji, Sovjetski zvezi, Argentini, Kanadi in Egiptu ter na Japonskem. Lestvica INES je način za takojšnje obveščanje javnosti v skladni obliki o varnostnem pomenu dogodkov, o katerih poročajo jedrske elektrarne. S tem da damo dogodke v primerno obliko, lahko lestvica omogoči, da bodo dogodki enako razumljeni med strokovnjaki, v javnih medijih in v javnosti. V lestvico INES se razporejajo samo dogodki, povezani z jedrsko ali radiološko varnostjo. Razporejeni so v sedem stopenj. Spodnje stopnje od 1 do 3 se imenujejo nezgode, zgornje stopnje od 4 do 7 pa nesreče. Dogodki, nepomembni za jedrsko ali radiološko varnost, so razporejeni pod lestvico ali na stopnjo 0, kamor sodijo tudi vse nesreče pri delu, ki niso povezane z delovanjem jedrske elektrarne. Nesreča na černo-bilski elektrarni sodi brez dvoma v razred 7 po lestvici INES; nesreča na Otoku treh milj pa v peti razred. Dosedanji

dogodki v NE Krško so bili večinoma v razredu 0, najhujši dogodki pa med 1 in 2.

#### Izredni dogodki v Nemčiji

Nemško zvezno ministrstvo za okolje in jedrsko varnost je objavilo, da so upravljalci jedrskih elektrarn v Nemčiji v letu 1990 zabeležili 225 dogodkov, o katerih so morali poročati upravnim organom. V predhodnem letu sta bili 302 takšni poročili, kar je približno za tretjino več kot v letu 1990. V Nemčiji imajo tristopenjsko lestvico za ocenjevanje dogodkov v jedrskih elektrarnah. Dogodki označeni z »N«, so normalni dogodki, ki ne zahtevajo posebne pozornosti upravnih organov, dogodki, označeni z »E«, so pomembni za varnost, za »E« dogodke je treba čim prej najti vzrok in ga odpraviti. »S« označuje dogodke, o katerih je treba takoj poročati upravnemu organu in zahtevajo takojšnjo odstranitev pomanjkljivosti v jedrski varnosti. Leta 1990 so bili vsi dogodki razen šestih, razvrščeni v »N« razred. En dogodek je bil označen kot »S« in se je zgodil v jedrski elektrarni Krueemel.

#### Izpusk vode, kontaminirane s tritijem

V JE Krueemel z lahkovodnim vrelnim reaktorjem je bil 23. julija izreden izpusk tritija. Osemdeset kubičnih metrov vode, ki je vsebovala tritij in je bila namenjena za hlajenje olja in motorjev v turbinski zgradbi, je steklo v zemljo. Tritij so namenoma dodali vodi, da bi lahko detektirali njeno puščanje. Čeprav je bil po mnenju zveznega ministrstva za okolje in jedrsko varnost ter družbe Hamburške elektrarne (Hamburgische Elektrizitäts Werke AG) ta dogodek neznatne varnostne in radiološke pomembnosti, so mu pripisali najvišjo stopnjo zaradi sproščenega tritija. Po mednarodni lestvici INES (ki so jo sprejeli tudi v Nemčiji v letu 1991), bi bil ta dogodek označen s stopnjo ena ali pa bi bil celo pod njo. Celotna aktivnost sproščenega tritija je bila 0.3 GBq (NW, No. 17).

#### Ocena jedrske varnosti v JE Greifswald

Mednarodna organizacija za atomsko energijo – MAAE je v februarju 1990 organizirala obisk skupine za ocenitev varnostno pomembnih dogodkov (ASET) v vzhodnonemškem kompleksu jedrskih elektrarn Greifswald. Ugotovili so, da je bil vzrok za 70 odstotkov varnostno pomembnih dogodkov odpoved instrumentacije ali regulacijskih naprav. Prav tako so opazili tudi pomanjkanje razpoložljivosti varnostnih sistemov zaradi nadpovprečne nezanesljivosti in slabega vzdrževanja. V Greifswaldu niso opazili veliko ukrepov, ki bi prispevali k zmanjšanju števila pomanjkljivosti (NW, No. 8).

#### Priporočila zahodnonemške GRS

Neodvisno od zgoraj omenjene skupine MAAE so prav tako v februarju 1990 na podlagi priporočil zahodnonemških strokovnjakov (Gesellschaft fuer Reaktorsicherheit – GRS) ustavili jedrski elektrarni Greifswald 2 in 3 (obe sta z lahkovodnim tlačnim reaktorjem sovjetskega tipa VVER-440). Glavni razlog za ustavitve so nejasnosti zaradi krhkosti reaktorskih posod. Med pregledom jedrske elektrarne Greifswald je bilo ugotovljeno tudi, da je avtomatsko spremljanje parametrov, pomembnih za varno obratovanje, v komandni sobi zelo pomanjkljivo, tako da operaterji nimajo pravega vpogleda v dejansko dogajanje v elektrarni, kar lahko privede do človeških napak pri obvladovanju nezgode (NW, No. 10).

#### Izredna dogodka v Franciji

#### Nerazpoložljivost filtrov za čiščenje atmosfere zadrževalnega hrama v JE Tricastin 1 in 2

Upravljalca jedrske elektrarne Tricastin francoska družba EdF je v avgustu 1990 odkrila, da sta cevovoda, ki vodita od zadrževalnih hramov enot 1 in 2 k skupnemu filteru za čiščenje atmosfere zadrževalnega hrama, neprepustna. Podobno napako so odkrili tudi v elektrarni Chinon B3 z 900 MWe lahkovodnim tlačnim reaktorjem. Pregled cevovodov je pokazal, da so po vgradnji filtrov pozabili odstraniti v ceveh pred filterom vgrajene neprepustne diafragme. Kriva sta izvajalec, ki je pozabil izvršiti navodilo družbe EdF glede montaže, in družba EdF, ki ni dovolj natančno nadzirala dela v zvezi s filtrom. Filtrov pri normalnem obratovanju elektrarne ne potrebujejo in bi jih uporabili samo ob resni nesreči s taljenjem središča. Dogodek je bil označen z drugo stopnjo po francoski lestvici za jedrske nezgode predvsem zaradi časa (približno leto dni), v katerem je bil filter nerazpoložljiv. Francoska lestvica je zelo podobna lestvici INES in ima osem stopenj. Filter za čiščenje atmosfere zadrževalnega hrama so začeli razvijati v Franciji že leta 1984, da bi zaščitili zadrževalnik



valni hram pred čezmernim povečanjem tlaka, ki bi ga povzročila resna nesreča s poškodbo sredice reaktorja. Filter bi očistil približno 90 % radionuklidov, ki bi jih morali izpustiti v atmosfero (NW, No. 36).

#### **Nenamerna razredčitev borne kisline v primarnem krogu**

V marcu 1990 se je med rednim letnim remontom v JE Blayais 4 nenamerno razredčilo primarno hladilo, kar so označili kot dogodek druge stopnje po francoski lestvici. Nezgoda je nastala zaradi slabe zagotovitve kakovosti in slabe uskladitve med izvajalcem vzdrževalnih del na ceveh uparjalnika in operaterji v komandni sobi. V remontu, ko je bil reaktor ustavljen, so kot vedno preiskali cevi uparjalnika z metodo vrtničnih tokov in čepili vse cevi, v katerih so odkrili prevelike poškodbe stene cevi. Poleg tega so prerezali in izvlekli nekaj cevi iz uparjalnika za nadaljnje laboratorijske preiskave. Operaterji niso bili obveščeni, da so te cevi ostale odprte in so začeli polniti sekundarni del uparjalnikov z demineralizirano vodo. Skozi odprte cevi je nekaj deset kubičnih metrov vode izteklo v primarni krog. To je povzročilo počasno razredčevanje borne kisline v vodi primarnega kroga. Borna kislina je nevtronski strup (absorber), ki absorbira nevtrone in s tem uravnava verižno reakcijo. Med menjavo goriva mora biti koncentracija borne kisline tako velika, da je sredica reaktorja močno podkritična. Sam dogodek je nepomemben zaradi posledic, pač pa je bil ocenjen za drugo stopnjo zato, ker operaterji več ur niso vedeli za ta dogodek, in jih na to opozorile meritve koncentracije borne kisline. Dogodek je zanimiv tudi zato, ker je zelo podoben dogodku, ki se je leta 1982 dogodil v NE Krško in je bil javljen po sistemu poročanja o izrednih dogodkih na MAAE/IRS (SN 1990).

#### **Izredni dogodek na Finskem**

Zlom stanjšane cevi v sistemu napajalne vode

Obe enoti v finski jedrski elektrarni Loviisa s sovjetskim tlačnovodnim reaktorjem VVER-440 sta bili ustavljeni zaradi zloma cevi v sistemu napajalne vode v enoti 1, ki se je zgodil 28. maja 1990. Preiskava je pokazala, da je bila stena cevi na mestu zloma stanjšana zaradi korozije na komaj en milimeter, originalna debelina je znašala 18 milimetrov. Loviiso 2 so preventivno ustavili, da bi jo podrobno preiskali. Tudi tu so našli na podobnem mestu stanjšano cev, čeprav ne toliko kot v enoti 1.

Zlom cevi s premerom 325 mm, ki je na tlačni strani črpalke napajalne vode, je povzročil, da se je petdeset kubičnih metrov vroče vode in pare iz sekundarnega, klasičnega dela elektrarne razlilo v spodnje prostore turbinske zgradbe. Poškodovana je bila tudi električna napeljava v okolici zloma in še nekaj tanjših cevi, vendar so vsi sistemi, razen napajalne vode, delovali. Puščanje so osamili v dvajsetih minutah. Reaktor je bil ustavljen takoj, ko so se ustavile črpalke napajalne vode. Pomožni črpalke napajalne vode sta takoj začeli delovati, tako da uparjalnik ni ostal brez vode.

Po mednarodni lestvici jedrskih dogodkov (INES) spada zlom cevi v Loviisi 1 med nezgode prve stopnje. Nezgoda je pomembna tudi zato, ker je sprožila preiskavo in odkrila pomanjkljivosti v sosednji enoti istega tipa. Takšni reaktorji so razširjeni po skoraj vseh vzhodnoevropskih državah, zato je poročanje o dogodku pomembno, saj je možno s pravočasnim obveščanjem sprožiti ukrepe na glede na državne meje (NW, No. 22).

#### **Izredni dogodek v Belgiji**

##### **Nerazpoložljivost sistema varnostnega vbrzgovanja**

Ko so v juliju 1990 v belgijski jedrski elektrarni Tihange s tlačnovodnim reaktorjem začeli z zagonom reaktorja, so ugotovili, da sistem varnostnega vbrzgovanja vode v primarni krog, če pride do zloma cevovodov na sekundarni strani, ne deluje. Tveganje ni bilo veliko, ker je elektrarna delala z zmanjšano močjo, vendar so Belgijci dogodek ocenili z drugo stopnjo po mednarodni lestvici (INES), ker vsaka nerazpoložljivost varnostnih sistemov zvišuje pomen nezgode. Vzrok nezgode je bil nezadostno preverjanje delovanja sistemov, preden so začeli zaganjati reaktor (SN 1990).

#### **Izredni dogodek v ZDA**

##### **Izguba vsega izmeničnega napajanja jedrske elektrarne Vogtle**

Marca 1990 je bila jedrska elektrarna Vogtle 1 ugasnjena zaradi redne menjave goriva. Tovornjak, ki je pripeljal plin za varjenje, ki so ga potrebovali za vzdrževalna dela, se je zaletel v steber električnega daljnovoda in povzročil kratek stik. Elektrarna je zaradi tega ostala brez zunanega napajanja.

Dva dieselska generatorja, predvidena za vključitev v takšnem primeru, nista delovala. Eden je bil nerazpoložljiv zaradi vzdrževanja, drugega so večkrat zagnali, a se je ustavil.

Ker je bila elektrarna brez notranjega in zunanega napajanja več kot 15 minut, so morali razglasiti izredno stanje na lokaciji jedrske elektrarne. Približno 15 minut po razglasitvi izrednega stanja jim je uspelo zagnati dieselski generator, ki je zagotovil delovanje črpalke sistema za odvajanje zaostale toplote. Jedrska elektrarna je bila v celoti 35 minut brez napajanja in v tem času se je temperatura vode v reaktorju dvignila z 32 stopinj na 58 stopinj Celzija. Tej nezgodi lahko nedvomno pripišemo drugo stopnjo INES, čeprav Američani ne uporabljajo te lestvice.

Nezgoda se je zgodila pri ustavljenem in odprtem reaktorju, vzrok zanjo pa je bil manevriranje vozila, ki pri normalnem obratovanju elektrarne nima dostopa do tistega dela, kjer je povzročilo kratek stik (NW, No. 12).

#### **4.2.4 Splošna varnost**

V začetku leta 1990 je približno 800 članov ameriške državne akademije za znanost poslalo predsedniku Bushu pismo z naslovom Poziv ameriških znanstvenikov k preprečevanju tople grede. Ameriški akademiki predlagajo svoji vladi, naj izboljša energetska politika, ki bo omejila izpuste ogljikovega dioksida, obenem pa ne bo prizadela gospodarske rasti. Ena izmed točk obravnava tudi jedrsko energijo, ki bi prispevala k rešitvi problema, obenem pa je treba pri tem poudariti, naj bi vlada vodila politiko, ki se bo bolj posvetila zdravstvenemu varstvu in varnosti prebivalstva, rešitvi odlaganja radioaktivnih odpadkov in razvijanju učinkovitih varovalnih ukrepov pri širjenju jedrske tehnologije, ki jo je možno uporabiti za izdelavo orožij (NEW, No. 3-4).

Evropski parlament je sprožil formalno zahtevo po preiskavi za varnost in zdravje pomembnih postopkov v jedrskih objektih evropske skupnosti. Povod za zahtevo Evropskega parlamenta, da pregledajo obratovalna dovoljenja posameznih evropskih jedrskih objektov, so bila poročila, ki govorijo o veliki stopnji nevarnosti za delavce v britanskem podjetju za predelavo jedrskega goriva v Sellafieldu. Predstavniki Evropske skupnosti v Bruslju pravijo, da bi organizirali srečanje ministrov za okolje, na katerem bi obravnavali varnostne okoliščine jedrskih objektov v skupnosti. Evropski parlament bo pri ocenjevanju varnostnih standardov dal prednost strokovnjakom Evropske skupnosti v Bruslju pred pooblaščenimi državnimi organizacijami (NW, No. 12).

Svetovalni komite za energijo pri japonski vladi je napovedal revizijo dolgoročnih potreb po energiji na Japonskem, ki daje prednost jedrskim elektrarnam v prizadevanju, da bi preprečili globalno uničenje okolja (NW, No. 24).

Sovjetska zveza je začela tudi intenzivneje sodelovati s svetovnim združenjem operaterjev jedrskih elektrarn (WANO), kar je posledica počernobilskega odpiranja sovjetske jedrske tehnologije. V okviru sodelovanja sovjetski operaterji jedrskih elektrarn in drugi strokovnjaki obiskujejo jedrske elektrarne na Zahodu, zahodni pa obiskujejo jedrske elektrarne v Sovjetski zvezi.

#### **4.2.5 Mednarodni sporazumi**

Zahodnonemški minister za okolje in jedrsko varnost se je februarja 1990 srečal s sovjetskimi predstavniki v Moskvi, kjer so razpravljali o prizadevanjih za izboljšavo varnostnih sistemov v sovjetskih tlačnovodnih reaktorjih tipa VVER. Sovjetska zveza je pristala na predajo dokumentacije za te reaktorje Zahodni Nemčiji, kar je minister ocenil za veliko spremembo v usmerjenosti Sovjetske zveze, da sodeluje z zahodnoevropskimi državami (NW, No. 6).

Predsednika Bush in Gorbačov sta junija 1990 na srečanju v Washingtonu obnovila sporazum o znanstvenem in tehnološkem sodelovanju za miroljubno izkoriščanje atomske energije. Po tem sporazumu naj bi državi delili stroške tudi za razvoj hitrih oplodnih reaktorjev in za razvoj varnih civilnih jedrskih reaktorjev (NW, No. 21).

Južna Koreja in Japonska sta podpisali v začetku leta 1990 sporazum o sodelovanju pri izboljšavi varnosti jedrskih elektrarn. Južna Koreja mora pred ratifikacijo sporazuma podpisati še MAAE konvencijo o zgodnjem obveščanju in o pomoči ob jedrskih nesrečah (NW, No. 21).

Viri: NW – Nucleonics Week, letnik 1990

NEW – Nuclear Europe Worldscan, letnik 1990

SN 1990 – Surete Nucleaire, EdF 1990, Poročilo glavnega inšpektorja za jedrsko varnost francoske družbe EdF