

RUJV-RP-003

POROČILO O UPORABI JEDRSKE ENERGIJE V LETU 1988

Pripravili:

**M. Gregorič
M.F. Levstek**

**M. Trampuž, Izvršni svet Skupščine SR Slovenije
J. Sušnik, Institut "Jožef Stefan"**

Ljubljana, december 1989

**Socialistična republika Slovenija
REPUBLISKA UPRAVA ZA JEDRSKO VARNOST**

Družbeni svet za Republiško upravo za jedrsko varnost je na svoji 4. seji dne 4. decembra 1989 obravnaval Poročilo o uporabi jedrske energije v letu 1988, ki ga je pripravila Republiška uprava za jedrsko varnost.

Po obravnavi navedenega poročila so bila sprejeta naslednja

m n e n j a i n p r e d l o g i :

1. Svet sprejema Poročilo o obratovanju jedrskih objektov v SRS v letu 1988 s pripombami in dopolnili, podanimi v razpravi.
2. Na podlagi poročila Svet ugotavlja, da je Nuklearna elektrarna Krško v letu 1988 varno obratovala.
3. Svet predlaga Republiški upravi za jedrsko varnost, da navedeno poročilo posreduje Skupščini SR Slovenije.
4. Pripravi naj se program aktivnosti o reševanju ravnanja z visokoradioaktivnimi odpadki, ki nastajajo v SR Sloveniji pri obratovanju jedrskih objektov.
5. Poročilo za leto 1989 naj Republiška uprava za jedrsko varnost pripravi najkasneje do meseca marca 1990.

1. UVOD	1
2. ORGANIZIRANOST PRISTOJNIH ORGANOV	3
2.1 Organiziranost v federaciji	3
2.2 Organiziranost v SR Sloveniji	5
3. OBRATOVANJE OBJEKTOV JEDRSKEGA GORIVNEGA KROGA	10
3.1 V svetu	10
3.2. Nuklearna elektrarna Krško	19
3.2.1 Obratovanje	19
3.2.2 Zaustavitve in pomembni obratovalni dogodki	24
3.2.3 Izpusti	24
3.2.4 Doze zaposlenih	29
3.2.5 Radioaktivni odpadki v elektrarni	30
3.2.6 Izrabljeno jedrsko gorivo	31
3.2.7 Usposabljanje kadrov	32
3.3. RAZISKOVALNI REAKTOR TRIGA	33
3.4. Sistematično spremljanje jedrske varnosti	34
3.5. Sodelovanje v sistemu poročanja MAAE o izrednih dogodkih	34
3.6. Pooblašcene strokovne organizacije	36
3.7. Razvoj, raziskave in podporne dejavnosti jedrske varnosti	41
4. NADZOR RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI JEDRSKIH OBJEKTOV	44
4.1 Nuklearna elektrarna Krško	44
4.2 Reaktorski center v Podgorici	47
5. NIZKO- IN SREDNJerADIOAKTIVNI ODPADKI	48
6. MEDNARODNO SODELOVANJE	52
6.1 Mednarodna agencija za atomsko energijo	52
6.2 Nuclear Regulatory Commission, ZDA	53
6.3 Stiki z drugimi strokovno raziskovalnimi organizacijami	53

SEZNAM SLIK:

Slika 3.2.1: Razpoložljivost NEK po letih

Slika 3.2.2: Faktor prisilne zaustavitve

Slika 3.2.3: Število zaustavitev NEK

Slika 3.2.4: Število poročil o pomembnih dogodkih po letih

Slika 3.2.5: Aktivnost izpuščenih žlahtnih plinov

Slika 3.2.6: Aktivnost tekočih izpustov brez H-3 in alfa

Slika 3.2.7: Aktivnost izpuščenega tritija (H-3)

SEZNAM TABEL:

Tabela 3.1.1: Delež električne energije iz jedrskih elektrarn v letu 1988

Tabela 3.1.2: Jedrski energetski reaktorji v obratovanju in v gradnji (december 1988)

Tabela 3.1.3: Raziskovalni jedrski reaktorji v svetu (april 1989)

Tabela 3.1.4: Pregled obratov gorivnega kroga v letu 1988

Tabela 3.1.5: Pregled obratov za predelavo uranove rude v letu 1988

Tabela 3.1.6: Pregled obratov za obogačitev urana v letu 1988

Tabela 3.1.7: Pregled obratov za predelavo izrabljenega goriva v letu 1988

Tabela 3.1.8: Projekti dokončnega zapiranja jedrskih elektrarn

Tabela 3.2.1: Dosedanja proizvodnja električne energije v Nuklearni elektrarni Krško

Tabela 3.2.2: Dinamika proizvodnje električne energije v letu 1988 po mesecih

Tabela 3.2.3: Pokazatelji razpoložljivosti NEK za leto 1988 in kumulativno

Tabela 3.2.4: Poraba časa v letu 1988 s stališča proizvodnje

Tabela 3.2.5: Zmanjšanja moči in zaustavitve NE Krško v letu 1988

Tabela 3.2.6: Porazdelitev doz v NEK v letu 1988

Tabela 3.2.7: Kolektivna doza sevanja za osebje v NE Krško v letu 1988, odvisno od dejavnosti in osebja

Tabela 3.2.8: Radioaktivni odpadki v Nuklearni elektrarni Krško po vrsti in aktivnosti 31.12.1988

Tabela 5.1.1: Pregled svetovne prakse obravnave nizko- in srednje-radioaktivnih odpadkov iz jedrskih elektrarn

1. UVOD

Poročilo o uporabi jedrske energije v letu 1988 je bilo pripravljeno v skladu s programom dela Republiške uprave za jedrsko varnost in programom dela Družbenega sveta za Republiško upravo za jedrsko varnost za leto 1989. Ker je bil v SR Sloveniji sprejet zakon o odložitvi graditve jedrskih elektrarn do leta 2000 in je bila ustavljena priprava projektov za jedrske objekte, smo v poročilu predstavili stanje jedrske energetike v svetu, in sicer v širšem smislu, kar vključuje tudi objekte sprednjega in zadnjega dela gorivnega kroga. Posebej je poudarjena varnost obstoječih jedrskih objektov. Prikazane so tudi druge aktivnosti, ki dopolnjujejo delo Republiške uprave za jedrsko varnost, kot so delo pooblaščenih strokovnih organizacij, problem radioaktivnih odpadkov in mednarodno sodelovanje.

Leto 1988 je bilo prvo leto delovanja novoustanovljene Republiške uprave za jedrsko varnost. V tem letu se je Republiška uprava za jedrsko varnost kadrovsko delno dopolnila, nŕ pa ji kljub prizadevanjem uspelo izpopolniti svoje organizacijske sheme.

Glavna naloga Republiške uprave za jedrsko varnost - varno obratovanje jedrske elektrarne v Krškem, je pomenila večji del njenih aktivnosti. Obratovanje Nuklearne elektrarne Krško v smislu spoštovanja vseh predpisov, odločb in dovoljenj je nadzorovala Inšpekcija za jedrsko varnost, ki je redno opravljala inšpekcijske preglede v elektrarni enkrat tedensko sama ali ob sodelovanju inšpekcij drugih upravnih organov (sanitarne, vodnogospodarske, elektro, idr.). Poleg rednih je Inšpekcija za jedrsko varnost opravljala tudi izredne inšpekcijske preglede in sodelovala na različnih delovnih sestankih, povezanih z obratovanjem Nuklearne elektrarne Krško.

V letu 1988 je Republiška uprava za jedrsko varnost izdala Nuklearni elektrarni Krško osem ureditvenih odločb, od njih dve dajeta zahteve za radiološke in meteorološke meritve v okolju, dve odločata o modifikacijah opreme, ena določa pogoje za začetek obratovanja elektrarne po remontu 1988, preostale tri pa spreminjajo pogoje in omejitve ŕa obratovanje.

Aktivnost ki je ozko povezana z obratovanjem jedrske elektrarne, je zagotovitev trajnega odlaganja nizko in srednjeradioaktivnih odpadkov. Podrobneje je ta aktivnost opisana v poglavju 5.

Republiška uprava za jedrsko varnost je pripravljala osnutek novega republiškega zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti s pripadajočimi pravilniki, in tudi sodelovala s pristojnimi zveznimi organi ob spreminjanju zvezne zakonodaje.

Predstavniki Republiške uprave za jedrsko varnost so kot člani komitejev sodelovali na sejah Republiškega komiteja za zdravstveno in socialno varstvo, Republiškega komiteja za energetiko in Republiškega komiteja za varstvo okolja in urejanje prostora. Republiška uprava za jedrsko varnost je sodelovala tudi pri delu

Podkomisije za vprašanja varnosti, samozaščite in SLO Komisije za jedrsko energijo Izvršnega sveta Skupščine SR Slovenije. Na zvezni ravni so sodelovali predstavniki Republiške uprave za jedrsko varnost v Komisiji za varnost jedrskih objektov.

Strokovna komisija za jedrsko varnost se je sestala v letu 1988 trikrat in obravnavala najpomembnejše zadeve s področja varstva pred sevanji in jedrske varnosti ter obratovanja in letnega remonta NEK.

Strokovna komisija za preizkus usposobljenosti delavcev v jedrskih objektih je imela v treh rokih izpite za operaterje Nuklearne elektrarne Krško, in sicer za osem operaterjev, ki so opravljali izpit prvič, in 17 operaterjev, ki so obnavljali preizkus usposobljenosti.

V letu 1988 je bil ustanovljen Družbeni svet za Republiško upravo za jedrsko varnost. Ustanovna seja je bila 14. novembra 1988.

2. ORGANIZIRANOST PRISTOJNIH ORGANOV

Pri opredelitvi svoje upravne organiziranosti na področju miroljubnega izkoriščanja jedrske energije mora Jugoslavija upoštevati priporočila MAAE, kot je to določeno v Sporazumu med MAAE in vlado SFRJ o pomoči Agencije pri graditvi jedrskega postroja (Sporazum o projektu), Uradni list SFRJ MP 24/76. Zaradi federativne ureditve države je treba upoštevati pristojnosti zveznih organov in pristojnosti republiških organov.

2.1. ORGANIZIRANOST V FEDERACIJI

Pravna podlaga: Ustava SFRJ (Uradni list SFRJ 9/74, 38/81, 70/88); zakon o temeljnih sistema državne uprave in o Zveznem izvršnem svetu ter zveznih upravnih organih (Uradni list SFRJ 23/78, p. 58/79, 21/82, 18/85, 37/88, 18/89, v nadaljnjem besedilu: zvezni sistemski zakon); zakon o organizaciji in delovnem področju zveznih upravnih organov in zveznih organizacij (Uradni list SFRJ 22/78, 70/84, 18/85, 24/86, 24/88, 18/89, v nadaljnjem besedilu: zvezni organizacijski zakon); poslovnik Zveznega izvršnega sveta (Uradni list SFRJ 7/84, 29/86, 19/89, v nadaljnjem besedilu: Poslovnik ZIS); zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in o posebnih varnostnih ukrepih pri uporabi jedrske energije (Uradni list SFRJ 62/84, v nadaljnjem besedilu: ZVISJE); zakon o odgovornosti za jedrske škode (Uradni list SFRJ 22/78, 34/79, v nadaljnjem besedilu: ZOJS).

1. Zvezni izvršni svet (184. do 219. člen zveznega sistemskega zakona, 24. člen ZOJS)

ZIS ima zlasti ustavno odgovornost do Skupščine SFRJ za stanje na vseh področjih družbenega življenja, za uresničevanje politike in za izvrševanje zveznih zakonov ter drugih predpisov in splošnih aktov Skupščine SFRJ. Pristojen je tudi za določitev denarnega zneska omejitve odškodninske odgovornosti za jedrsko škodo (24. člen ZOJS) in za sprejem odloka o uporabi tujih standardov v Jugoslaviji (37. člen ZVISJE). 2. Zvezni sekretariat za notranje zadeve (9. člen zveznega organizacijskega zakona)

Ta sekretariat opravlja med drugim tudi naloge zavarovanja določenih objektov ter sodeluje z drugimi zveznimi organi pri opravljanju zadev družbene samozaščite. ZSNZ je pristojen za nadzor nad prometom z viri sevanj čez mejo SFRJ (60. člen ZVISJE), za nadzor nad viri sevanj, ki so v organih za notranje zadeve (61. člen ZVISJE) in mora pomagati drugim pristojnim organom pri ukrepanju na tem področju (68. člen ZVISJE). Razen tega predpiše pogoje za nabavo, dajanje v promet in uporabo virov sevanj, ki se uporabljajo v organih za notranje zadeve, ter način nadzorstva nad temi viri.

3. Zvezni sekretariat za ljudsko obrambo (8. člen zveznega organizacijskega zakona)

Ta sekretariat ima v okviru nalog, ki se nanašajo na uresničevanje sistema ljudske obrambe tudi nalogo, da usklajuje obrambne priprave in načrte oboroženih sil z načrti za obrambo in pripravami družbenopolitičnih skupnosti. Z vidika jedrskih objektov je torej важен položaj teh objektov v obrambnih načrtih, ki jih usklajuje navedeni sekretariat. To je važno tudi za načrte civilne zaščite, ki so sestavni del obrambnih načrtov. Poleg navedenega je sekretariat tudi pooblaščen, da predpiše natančnejše pogoje za nabavo, dajanje v promet in uporabo virov ionizirajočih sevanj, ki se uporabljajo v JLA, ter način izvajanja nadzorstva nad temi viri (69. člen ZVISJE).

4. Zvezni sekretariat za energetiko in industrijo (12.a člen zveznega organizacijskega zakona)

Ta sekretariat opravlja zadeve, ki se nanašajo na razna vprašanja v energetiki, industriji, rudarstvu itd. Poleg tega je pristojen za proizvodnjo in izkoriščanje radioaktivnega materiala in njegovo odlaganje ter za zadeve, ki se nanašajo na jedrsko energijo. ZSEI je pristojen za izdajo izvršilnih predpisov na področju jedrske varnosti (66. člen ZVISJE), predlaga ZIS-u uporabo mednarodnih ali tujih tehničnih predpisov in standardov v Jugoslaviji (37. člen ZVISJE), definira jedrske materiale (46. člen ZVISJE), določi cone materialnih bilanc za vse ozemlje SFRJ (54. člen ZVISJE), vodi evidenco o jedrskih materialih in opravlja druga dela v zvezi s to evidenco zaradi izpolnjevanja mednarodnih obveznosti SFRJ (56. člen ZVISJE) itd. Pri njem je ustanovljena:

Komisija za varnost jedrskih objektov (39. člen ZVISJE): po prej veljavnem zakonu o varstvu pred ionizirajočimi sevanji (Uradni list SFRJ 54/76) je bilo treba pred izdajo upravnih dovoljenj za jedrske objekte pridobiti soglasje drugih republik ali pokrajin, ki bi lahko bile zaradi tega objekta kontaminirane. ZVISJE je to soglasje potencialno ogroženih republik oziroma pokrajin nadomestil tako, da je ustanovil navedeno zvezno komisijo. Ta ugotavlja, ali so bile v zvezi s posameznim dovoljenjem za posamezen jedrski objekt opravljene predpisane raziskave terena, uporabljeni ustrezni standardi in normativi, izpolnjeni predpisani pogoji o kakovosti izvedenih del ter drugi pogoji, pomembni za varstvo okolja in jedrsko varnost. Pozitivna ocena te komisije je pogoj, da pristojni republiški upravni organ izda dovoljenje za jedrski objekt. Zato lahko štejemo, da ima pozitivna ocena komisije pomen poprejšnjega soglasja v smislu 204. člena zakona o splošnem upravnem postopku (Uradni list SFRJ 9/86, 16/86, 47/86).

5. Zvezni sekretariat za kmetijstvo (12.c člen zveznega organizacijskega zakona)

Ta sekretariat opravlja zadeve, ki se nanašajo na kmetijstvo, ribištvo, vodno gospodarstvo, gozdarstvo, varstvo živali pred kužnimi boleznimi, varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci, na nadzor prenašanja živali in rastlin čez državno mejo, na režim voda, pomembnih za vso državo, in meddržavne vode, na varstvo voda obalnega morja pred onesnaženjem itd. ZSK je pristojen, da

predpiše pogoje, pod katerimi se smejo dajati v promet in uporabljati krmila ter surovine zanje (67. člen ZVISJE).

6. Zvezni sekretariat za delo, zdravstvo, vprašanja borcev in socialno politiko (12.e člen zveznega zakona o organizaciji)

Ta sekretariat opravlja med drugim zadeve, ki se nanašajo na varstvo pri delu, zdravstveno neoporečnost živil in predmetov splošne rabe, dajanje zdravil in strupov v promet, varstvo pred ionizirajočimi sevanji, sanitarno nadzorstvo na državni meji, evidence na področju dela in zdravstva itd. Ta sekretariat je pristojen za izdajo številnih podzakonskih predpisov na področju varstva pred sevanji (65. člen ZVISJE), nadalje za obveščanje sosednjih držav o nevarnostih radioaktivne kontaminacije (26. člen ZVISJE), za promet z viri sevanj čez mejo SFRJ (60. člen ZVISJE) itd. V njegovi sestavi je bila ustanovljena:

Komisija za varstvo pred ionizirajočimi sevanji: komisija spremlja znanstvene ugotovitve in mednarodna priporočila na svojem področju, ter predlaga ukrepe v rednih in izrednih razmerah zveznemu sekretariatu.

7. V okviru prikaza pristojnih organov in organizacij je treba omeniti tudi **Komisijo Zveznega zbora Skupščine SFRJ za varstvo in izboljšanje človekovega okolja**, ki je bila ustanovljena z odlokom Zveznega zbora (Uradni list SFRJ 64/85). Ta komisija, čeprav ni upravni organ, opravlja v okviru delovnega področja Zveznega zbora Skupščine SFRJ pomembne zadeve. Med drugim obravnava tudi predloge predpisov, ki se nanašajo na promet z radioaktivnimi snovmi, varstva pred ionizirajočimi sevanji, posebne varnostne ukrepe pri uporabi jedrske energije, itd. (2. člen odloka).

2.2. ORGANIZIRANOST V SR SLOVENIJI

Pravna podlaga: zakon o sistemu državne uprave in o Izvršnem svetu Skupščine SR Slovenije ter republiških upravnih organih (Uradni list SRS 24/79, 12/82, 39/85, 37/87, 18/88, v nadaljnjem besedilu: republiški sistemski zakon); zakon o organizaciji in delovnem področju republiških upravnih organov in republiških organizacij (Uradni list SRS 5/80, 12/82, 9/85, 14/86, 37/87, v nadaljnjem besedilu: republiški organizacijski zakon); zakon o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varnost jedrskih objektov in naprav (Uradni list SRS 28/80, p. 32/80, v nadaljnjem besedilu: ZIVIS); zakon o splošni ljudski obrambi in družbeni samozaščiti (Uradni list SRS 35/82, v nadaljnjem besedilu: zakon o SLO); zakon o zavarovanju odgovornosti za jedrsko škodo (Uradni list SRS 12/80, v nadaljnjem besedilu: ZZOJS); zakon o sanitarni inšpekciji (Uradni list SRS 8/73, 9/85, v nadaljnjem besedilu: ZSI).

1. Republiški izvršni svet (členi 196 do 216 republiškega sistemskega zakona)

Republiški izvršni svet ima ustavno odgovornost do Skupščine SR Slovenije za stanje na vseh področjih družbenega življenja v republiki, za uresničevanje politike in zakonov in drugih splošnih

aktov Skupščine SR Slovenije kot tudi za delo republiških upravnih organov. Pri miroljubnem izkoriščanju jedrske energije sprejema republiški program ukrepov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost (20. člen ZIVIS); sprejme odlok o določitvi zneska zavarovanja odgovornosti za jedrsko škodo (6. člen ZZOJS); odredi evakuacijo delovnih ljudi in občanov ter materialnih in drugih dobrin ob jedrski ali radiacijski nesreči (212. člen zakona o SLO) itd.

2. Republiški štab za civilno zaščito (232. člen zakona o SLO)

Ta štab ugotavlja ogroženost Slovenije tudi ob jedrskih nesrečah, daje predloge za preprečevanje in zmanjšanje njihovih posledic, izdela predlog smernic za organiziranje in delovanje civilne zaščite, izdela republiški načrt civilne zaščite itd.

3. Republiški sekretariat za ljudsko obrambo (13. člen republiškega organizacijskega zakona, 187. člen do 247. člen zakona o SLO)

RSLO opravlja zadeve, ki se nanašajo na civilno zaščito in varstvo pred naravnimi in drugimi nesrečami, ter zadeve, ki se nanašajo na službo za opazovanje, javljanje, obveščanje in alarmiranje.

4. Republiški sekretariat za notranje zadeve (14. člen republiškega organizacijskega zakona, 282. člen do 285. člen zakona o SLO)

RSNZ opravlja zadeve, ki se nanašajo med drugim na naloge v sistemu družbene samozaščite, zlasti na fizično varovanje materialnih in drugih dobrin. Na tem zadnjem področju izdaja tudi izvršilne predpise. V njegovi sestavi je:

Republiški inšpektorat za požarno varnost (14. člen republiškega organizacijskega zakona): nadzoruje uresničevanje predpisov, ki urejajo varstvo pred požarom.

5. Republiški komite za zdravstveno in socialno varstvo (28. člen republiškega organizacijskega zakona)

RKZSV opravlja med drugim zadeve, ki se nanašajo na zdravstveno varstvo, normative in standarde za zdravstvene storitve, razne ukrepe družbene intervencije o naravnih in drugih hudih nesrečah itd. V njegovi sestavi je:

Republiški sanitarni inšpektorat (28. člen republiškega organizacijskega zakona, vsi členi ZSI): nadzoruje uresničevanje predpisov, ki urejajo sanitarno in higiensko varstvo občanov, ter izvajanje ukrepov za uresničevanje zdravstvenega varstva po posebnih predpisih in zaradi varstva okolja. Inšpektorat določa pogoje ter izdaja dovoljenje za nabavo, promet, uporabo in prevoz radioaktivnih snovi ter naprav, ki proizvajajo ionizirajoča sevanja v notranjem prometu, sprejme letne programe preiskav onesnaženosti hrane in krmil z radioaktivnimi snovmi, vodi evidenco o virih ionizirajočih sevanj ter o obsevanosti delavcev in prebivalstva na območju Slovenije itd.

RKZSV sprejme republiške izvršilne predpise s področja varstva pred ionizirajočimi sevanji (npr. o varstvu v rudnikih, o evidenci, o poročanju in obveščanju), pooblasti strokovne organizacije na tem področju, predpiše program izpopolnjevanja in usposabljanja delavcev na področju varstva pred sevanji itd.

6. Republiški komite za delo (17. člen republiškega organizacijskega zakona):

RKD opravlja med drugim zadeve, ki se nanašajo na varstvo pri delu. V njegovi sestavi je:

- **Republiški inšpektorat za delo (17. člen republiškega organizacijskega zakona):** nadzoruje uresničevanje predpisov iz republiške pristojnosti, ki urejajo varstvo pri delu.

7. Republiški komite za varstvo okolja in urejanje prostora (22. člen republiškega organizacijskega zakona, odlok IS Uradni list SRS 28/85)

RKVOUP opravlja zadeve, ki se nanašajo na celovito prostorsko in urbanistično urejanje ter na varovanje in celovitosti naravnega in ustvarjenega človekovega okolja, vodno gospodarstvo itd. Pristojen je za izdajo lokacijskega dovoljenja za jedrske objekte. V njegovi sestavi je med drugim:

Republiški vodnogospodarski inšpektorat (22. člen republiškega organizacijskega zakona): nadzoruje uresničevanje predpisov, ki urejajo vodno gospodarstvo in nadzira kakovost voda.

8. Republiški komite za energetiko (23. člen republiškega organizacijskega zakona)

RKE opravlja zadeve, ki se nanašajo na primarno in transformirano energijo, na raziskovanje in izkoriščanje rudnin itd. Kot tak je odgovoren tudi za pridobivanje jedrske energije v energetiki. V njegovi sestavi sta:

- **Republiški energetske inšpektorat,**
- **Republiški rudarski inšpektorat.**

9. Republiški komite za industrijo in gradbeništvo (23.a člen republiškega organizacijskega zakona, 35. in 75. člen zakona o graditvi objektov, Uradni list SRS 34/84, 29/86)

RKIG opravlja zadeve, ki se nanašajo na gradbeništvo. Izdaja gradbeno in uporabno dovoljenje za jedrske objekte z vidika gradbeništva. V njegovi sestavi je:

- **Republiški gradbeni inšpektorat (23a člen republiškega organizacijskega zakona):** nadzoruje uresničevanje predpisov, ki urejajo gradbeništvo.

10. Republiška uprava za jedrsko varnost (33a člen republiškega organizacijskega zakona)

Ta republiški upravni organ je bil ustanovljen 17.10.1987, eden od razlogov pa so bila MAAE priporočila (Varnostna serija SS št.50-C-G). Ta namreč določajo, da upravni organ za jedrsko varnost ne sme biti odgovoren za promocijo jedrske energije in da mora biti neodvisen od organa, ki je za to pristojen. Pred ustanovitvijo RUJV je vprašanja jedrske varnosti obravnaval Republiški energetski inšpektorat, ki pa je v sestavi Republiškega komiteja za energetiko, in torej organa, odgovornega za pridobivanje energije (tudi jedrske). Ker bi ob taki strukturi upravnih organov lahko prišlo do kolizije interesov in odgovornosti, kar želi preprečiti prav navedeno mednarodno priporočilo, je bilo to področje izločeno iz RKE in preneseno na novoustanovljeno RUJV.

RUJV opravlja 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. RUJV izdaja republiške podzakonske predpise s področja jedrske varnosti, za jedrske objekte izdaja upravna dovoljenja za poskusno obratovanje, obratovanje, trajno prenehanje, nadalje poprejšnja soglasja k dovoljenjem drugih republiških upravnih organov, izdaja dovoljenje za nabavo, promet, prevoz in uporabo jedrskih materialov v notranjem prometu, vodi evidenco o jedrskih materialih za vse cone materialnih bilanc na območju Slovenije, opravlja upravne zadeve na področju odgovornosti za jedrske škode, izdaja potrdila o usposobljenosti delavcev, ki delajo na področju jedrske varnosti, pooblašča strokovne organizacije na področju jedrske varnosti itd. Z vidika notranje organiziranosti ima RUJV dva sektorja: Sektor za analize in predpise, Sektor za inšpekcijsko nadzorstvo. Pri RUJV delujejo:

- **Strokovna komisija za jedrsko varnost** (5., 6. in 7. člen ZIVIS): SKJV daje pristojnim upravnim organom strokovna mnenja o izdaji upravnih dovoljenj, obravnava osnutke predpisov, obravnava preventivne ukrepe za zmanjšanje možnosti jedrskih nezgod, obravnava načrte ukrepov za fizično varovanje jedrskih objektov in ob morebitnih jedrskih nesrečah, obravnava poročila upravnih organov in strokovnih organizacij, vzdržuje strokovne stike z organi drugih republik ter mednarodnimi organizacijami;
- **Komisija za preizkus usposobljenosti delavcev v jedrskih objektih**: komisija preizkuša usposobljenost pogonskega osebja in drugih delavcev, za katere to določajo predpisi, v jedrskih objektih in opravlja druge naloge, povezane z usposabljanjem teh delavcev;
- **Odbor podpisnikov Samoupravnega sporazuma o združevanju sredstev za jedrsko varnost** (Samoupravni sporazum o združevanju sredstev za jedrsko varnosti z dne 20.3.1985): predlaga udeležencem združevanja sredstev višino teh sredstev, pripravi poročilo in zaključni račun, spremlja in nadzoruje uresničevanje sporazuma itd.;

11. Družbeni svet za RUJV (zakon o ustanovitvi družbenega sveta za Republiško upravo za jedrsko varnost, Uradni list SRS 48/87)

Družbeni svet za RUJV obravnava vprašanja z delovnega področja te uprave, ki se nanašajo na uresničevanje zakonov, pripravo predpisov in splošnih aktov, obveznosti za čimbolj učinkovito zagotavljanje jedrske varnosti delujočih jedrskih objektov, redno in celovito obveščanje javnosti in druga vprašanja z delovnega področja RUJV. Družbeni svet ima:

- **Koordinacijski odbor** (4. člen zakona): ta zagotavlja redno dogovarjanje med udeleženci, verificira mnenja in predloge Sveta, spremlja uresničevanje sklepov Sveta, pripravi osnutek in predlog delovnega programa in obravnava njegovo uresničevanje, ustanavlja delovna telesa Sveta itd.;
- **Delovna telesa Sveta** (11. člen zakona o družbenih svetih Uradni list SRS 5/80): ta se organizirajo za proučitev posameznih vprašanj z delovnega področja sveta ali za pripravo mnenj in predlogov o posameznih vprašanjih, če so v razpravi na seji Sveta izražene pomembne razlike v stališčih.

12. V okviru prikaza pristojnih organov in organizacij je treba omeniti tudi **Komisijo Skupščine SR Slovenije za varstvo človekovega okolja**, ki je bila ustanovljena s Poslovnikom Skupščine SR Slovenije (Uradni list SRS p.b. 34/85) in odlokom Skupščine SR Slovenije (Uradni list SRS 27/89). Ta komisija, čeprav ni upravni organ, opravlja v okviru delovnega področja Skupščine SR Slovenije pomembne zadeve. Med drugim obravnava tudi predloge predpisov, ki se nanašajo na varstvo človekovega okolja, obravnava republiške planske akte, predlaga obravnavanje posameznih vprašanj, sprotno spremlja vprašanja povezana z odlaganjem nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov, tekoče obvešča zbornice o svojih ugotovitvah v zvezi s tem vprašanjem ter predlaga tem zborom potrebne ukrepe (203. člen Poslovnika, 1. člen odloka).

3. OBRATOVANJE OBJEKTOV JEDRSKEGA GORIVNEGA KROGA

3.1 V SVETU

V letu 1988 je bilo v enajstih od 26 držav, v katerih obratujejo jedrske elektrarne, več kot 1/3 električne energije proizvedene v jedrskih elektrarnah. Skoraj 17 % ali 1/6 vse električne energije, proizvedene v svetu, je jedrskega izvora (Tabela 3.1.1).

V decembru 1988 je v svetu obratovalo 429 jedrskih reaktorjev za proizvodnjo električne energije v 26 državah s skupno inštalirano električno močjo blizu 311.000 MW, kar pomeni porast 4,3 % v primerjavi z letom 1987 (Tabela 3.1.2). Jedrske elektrarne so proizvedle skupno 1794,4 TWh električne energije. V letu 1988 je začelo obratovati 12 novih jedrskih reaktorjev, in sicer v Franciji 2, ZRN 2, Japonski 2, Republiki Koreji 1, Španiji 1, Veliki Britaniji 2 in v ZDA 2. Gradi se še 105 enot v 21 državah s celotno inštalirano električno močjo približno 85.000 MW; od teh držav se v šestih gradi prva jedrska elektrarna (Kuba, LR Kitajska, Poljska, Romunija, Iran).

Poleg energetskih reaktorjev obratuje v 54 državah 325 raziskovalnih reaktorjev (Tabela 3.1.3) majhnih moči, ki se uporabljajo tudi za proizvodnjo radioaktivnih izotopov za industrijo in medicino (jedrski objekti, ki se uporabljajo v vojaške namene, niso vključeni).

Gorivni krog obsega vse aktivnosti in procese, ki zagotavljajo gorivo za jedrske reaktorje, njegovo izgorevanje v reaktorju in skladiščenje ali predelavo izrabljenega jedrskega goriva, vključno z odložitvijo visoko radioaktivnih odpadkov. Pregled obratov gorivnega kroga in njihov status je podan v tabeli 3.1.4.

Zmogljivosti v svetu za proizvodnjo uranovega koncentrata, obogatitev urana in predelavo izrabljenega goriva sta razvidna v tabelah 3.1.5, 3.1.6, in 3.1.7.

V zadnjih 35 letih so bile pridobljene velike izkušnje z dokončnim zapiranjem (dekomisijo) in rehabilitacijo mnogih vrst jedrskih objektov. V 16 državah je približno 134 jedrskih objektov različne vrste, za katere je bilo dokončno zapiranje že izvedeno, se izvaja ali načrtuje v prihodnosti. Nekateri projekti dokončnega zapiranja so prikazani v Tabeli 3.1.8.

Tabela 3.1.1: Delež električne energije iz jedrskih elektrarn v letu 1988

	Prebiv. (milijoni)	Celotna proizv. el.energ. (TWh)	Proizv. el.energ. na preb. (kWh)	Proizv. el.energ. iz jedr.el.energ. (TWh)	Delež jedr. el.energ. (%)
Argentina	30,3	45,6	1500	5,1	11,2
Belgija	9,9	62,0	6300	40,6	65,5
Brazilija	142,0	221,7	1600	0,6	0,3
Bolgarija	9,3	45,0	4800	16,0	35,6
Cehoslovaška	16,1	81,4	5000	21,7	26,7
Finska	4,9	51,3	10400	18,4	36,0
Francija	55,7	372,4	6700	260,2	69,9
Indija	789,2	180,3	228	5,4	3,0
Italija	59,0	193,0	3300	0,0	0,0
Japonska	122,4	717,1	5900	167,8	23,4
Jugoslavija	24,2	76,0	3100	3,9	5,2
Južna Afrika	37,1	144,3	3900	10,5	7,3
Kanada	25,9	489,0	18900	78,2	16,0
Madžarska	10,8	25,8	2400	12,6	48,9
Nemčija DR	16,8	110,0	6600	10,9	9,9
Nemčija ZR	60,7	404,7	6700	137,8	34,0
Nizozemska	14,7	66,1	4500	3,5	5,3
Pakistan	103,6	28,0	270	0,2	0,6
Republika Koreja	44,3	81,0	1800	38,0	46,9
Sovjetska zveza	286,6	1705,0	5900	215,7	12,6
Spanija	40,0	133,8	3300	48,3	36,1
Švedska	8,3	141,3	17100	66,3	46,9
Švica	6,5	57,5	8800	21,5	37,4
Tajvan	20,3	71,5	3500	29,3	41,0
Velika Britanija	55,5	288,4	5200	55,5	19,3
ZDA	243,2	2700,9	11100	526,9	19,5
SKUPNO				1794,4	

Vir: 1. MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, Nuclear Safety Review for 1988, IAEA, Dunaj (1989)

2. Kernkraftwerke 1988 Weltuebersicht, ATOMWIRTSCHAFT, marec 1989

Tabela 3.1.2: Jedrski energetske reaktorji v obratovanju
in v gradnji (december 1988)

	v o b r a t o v a n j u			v g r a d n j i	
	Stevilo enot	Nazivna moč (MWe)	Obratovanje (reaktor leta)	Stevilo enot	Nazivna moč (MWe)
Argentina	2	935	21	1	692
Belgija	7	5480	87	-	-
Braziliija	1	626	7	1	1245
Bolgariija	5	2585	44	2	1906
Cehoslovaška	8	3264	44	8	5120
Finska	4	2310	39	-	-
Francija	55	52588	488	9	12245
Indija	6	1154	73	8	1760
Iran	-	-	-	2	2392
Italija	2	1120	78	-	-
Japonska	38	28253	394	12	10931
Jugoslavija	1	632	7	-	-
Južna Afrika	2	1842	8	-	-
Kanada	18	12185	206	4	3524
Kuba	-	-	-	2	816
LR Kitajska	-	-	-	3	2148
Madžarska	4	1645	14	-	-
Mehika	-	-	-	2	1308
Nemčija DR	5	1694	72	6	3432
ZR Nemčija	23	21491	279	2	1520
Nizozemska	2	508	36	-	-
Pakistan	1	125	17	-	-
Poljska	-	-	-	2	880
Republika Koreja	8	6270	36	1	900
Romunija	-	-	-	5	3300
Sovjetska zveza	56	33823	687	26	21230
Španija	10	7519	83	-	-
Švedska	12	9693	135	-	-
Švica	5	2952	69	-	-
Tajvan	6	4924	44	-	-
Velika Britanija	40	11921	811	2	1833
ZDA	108	95273	1262	7	7689
SKUPNO	429	310812	5041	105	84871

Vir: 1. MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, Nuclear
Safety Review for 1988, IAEA, Dunaj (1989)

2. Kernkraftwerke 1988 Weltuebersicht,
ATOMWIRTSCHAFT, marec 1989

TABELA 3.1.3: RAZISKOVALNI JEDRSKI REAKTORJI V SVETU
(APRIL 1989)

Število		Število	
Argentina	5	LDR Koreja	1
Avstralija	2	LR Kitajska	9
Avstrija	3	Libija	1
Bangladeš	1	Madžarska	3
Belgija	5	Malezija	1
Bolgarija	1	Mehika	3
Brazilija	4	Nemčija DR	5
Čile	1	Nemčija ZR	21
Čehoslovaška	3	Nizozemska	2
Danska	2	Norveška	2
Egipt	1	Pakistan	1
Filipini	1	Peru	2
Finska	1	Poljska	3
Francija	20	Portugalska	1
Grčija	2	Republika Koreja	3
Indija	5	Romunija	2
Indonezija	3	Švedska	2
Irak	2	Švica	4
Iran	1	Tajska	1
Italija	7	Tajvan	5
Izrael	2	Turčija	2
Jamajka	1	Sovjetska zveza	24
Japonska	18	Velika Britanija	15
Jugoslavija	3	Venezuela	1
Južna Afrika	1	Vietnam	1
Kanada	14	Zaire	1
Kolumbija	1	ZDA	99
SKUPNO		325	

Vir: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO; Nuclear
Safety Review for 1988, IAEA, Dunaj (1989)

Tabela 3.1.4: Pregled obratov jedrskega gorivnega kroga v svetu v letu 1988

VRSTA OBRATA	STEVILO			ZMOGLJIVOST (a)		
	graditev v pripravi	obratuje	ne obratuje	načrt	obratuje	ne obratuje
PREDELAVA URANOVE RUDE	22	64	40	10120	47292	29215
PRIDOBIVANJE URANA IZ FOSFATOV	5	5	3	2500	1204	270
KONVERZIJA V URANOV DIOKSID	1	10	0	300	21508	-
KONVERZIJA V KOVINSKI URAN	0	4	0	-	2500	-
KONVERZIJA V URANOV HEKSAFLUORID	2	10	0	3000	59136	-
OBOGATITEV URANA	4	13	3	4844	33964	7280
IZDELAVA GORIVA	2	41	4	4690	16896	1112
SKLADIŠČE IZRABLJENEGA GORIVA	8	19	2	32864	28889	1870
PREDELAVA IZRABLJENEGA GORIVA	9	12	2	4977	3218	126
PROIZVODNJA TEŽKE VODE	4	9	3	757	1351	3096
PROIZVODNJA JEDRSKO ČISTEGA CIRKONIJA	3	5	1	501	6600	300
PROIZVODNJA CEVI IZ ZIRCALOY ZLITINE	1	13	1	650	15670	350

(a) Zmogljivosti obratov so izražene v naslednjih enotah:

predelava urana in konverzija v t/leto, obogatitev urana v kSWU/leto, izdelava goriva in predelava izrabljenega goriva v t težke kovine/leto, skladiščenje izrabljenega goriva v t težke kovine, proizvodnja težke vode in proizvodnja kovinskega cirkonija v t/leto, in izdelava zircalov cevi v km/leto.

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, The Nuclear Fuel Cycle Information System. IAEA, Dunaj (1988)

Tabela 3.1.5: Pregled obratov za predelavo uranove rude v letu 1988

DRŽAVA	OBRATUJE	V GRADNJI
z m o g l j i v o s t (t urana/leto)		
Argentina	200	300
Avstralija	5445	7750
Braziliya	420	*
Francija	3950	60
Gabon	1100	-
Indija	150	-
Japonska	5	-
Jugoslavija	120	-
Južna Afrika	4990	-
Kanada	13300	*
LR Kitajska	1100	-
Namibija	4250	-
Nigerija	4600	-
Pakistan	30	*
Portugalska	170	200
Spanija	237	800
ZDA	7225	1010
SKUPNO	47292	10120

* Zmogljivost nepoznana

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, The Nuclear Fuel Cycle Information System, Dunaj (1988)

Tabela 3.1.6: Pregled obratov za obogatitev urana v letu 1988

DRŽAVA	OBRATUJE	V GRADNJI
z m o g l j i v o s t (kSWU/leto)*		
Argentina	-	120
Brazilija	-	274
Francija	11400	-
Indija	-	**
Japonska	52	1850
Južna Afrika	300	-
LR Kitajska	200	-
Nemčija ZR	200	1400
Nizozemska	1500	500
Pakistan	**	-
Sovjetska Zveza	10000	-
Velika Britanija	800	700
ZDA	9512	-
SKUPNO	33964	4844

* Enota separativnega dela

** Zmogljivost nepoznana

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, The Nuclear Fuel Cycle Information System, Dunaj (1988)

Tabela 3.1.7: Pregled obratov za predelavo izrabljenega goriva v letu 1988

DRŽAVA	OBRATUJE	V GRADNJI
z m o g l j i v o s t t težke kovine/leto		
Argentina	-	25
Braziliija	-	-
Francija	1306	1600
Indija	150	1000
Italija	10	-
Japonska	210	800
LR Kitajska	*	*
Nemčija ZR	35	350
Velika Britanija	1507	1200
SKUPNO	3218	4977

* Zmogljivost nepoznana

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, The Nuclear Fuel Cycle Information System, Dunaj (1988)

Tabela 3.1.8: Projekti dokončnega zapiranja jedrskih elektrarn

DEŽELA	IME	TIPI	MW(e)	ČAS OBRATOVANJA	NAČIN DEKOMISIJE	PROJEKT DOKONČAN
Francija	Marcoule G-2	GCR*	45	1958-1980	stopnja 2*	1990
Italija	Garigliano	BWR	160	1964-1978	stopnja 1*	1993
Japonska	JPDR	BWR	12	1963-1976	stopnja 3	1992
Kanada	Gentilly-1	HWLWR	250	1971-1979	stopnja 1*	1986
Nemčija Z.R.	KKN	HWGCR	100	1972-1974	stopnja 3	1992
Vel. Britanija	WAGR	AGR	33	1962-1981	stopnja 3	1996
ZDA	Shippingport	PWR	72	1955-1982	stopnja 3	1990

LEGENDA:

GCR Plinsko hlajeni reaktor.
 BWR Lahkovodni vrelni reaktor.
 HWLWR Moderiran s težko vodo, vrelni lahkovodni reaktor.
 HWGCR Moderiran s težko vodo, plinsko hlajeni reaktor.
 AGR Napredni plinsko hlajeni reaktor.
 PWR Lahkovodni tlačni reaktor.

Stopnja 1: Hranjenje pod nadzorom.

Stopnja 2: Omejena uporaba zemljišča.

Stopnja 3: Neomejena uporaba zemljišča.

* Kasneje sledi stopnja 3.

OKRAJŠAVE: KKN: Jedrska elektrarna Niederaichbach; JPDR: Japonski energetski demonstracijski reaktor; WAGR: Windscale napredni plinsko hlajeni, z grafitom moderirani reaktor.

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO, Nuclear Power and Fuel Cycle: Status and Trends, IAEA, Dunaj (1988)

3.2 NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO

3.2.1 Obratovanje

Pregled dosedanjega obratovanja

Nuklearna elektrarna Krško je začela poskusno obratovati 2.10.1981, ko je bila prvič priključena na elektroenergetsko omrežje. Po poskusnem obratovanju je v začetku leta 1983 začela redno obratovati. Njena dosedanja proizvodnja je navedena v tabeli 3.2.1.

Tabela 3.2.1: Dosedanja proizvodnja v Nuklearni elektrarni Krško in delež NEK v razpoložljivi električni energiji v Sloveniji in Jugoslaviji

Leto	Proizvedena električna energija (neto) (TWh)	Delež 1/2 NEK v Sloveniji (%)	Delež NEK v Jugoslaviji (%)
1981	0,25*	1,5	0,4
1982	2,39*	10,8	3,8
1983	3,72	17,5	5,5
1984	4,21	19,1	5,8
1985	3,86	17,8	5,2
1986	3,82	17,5	5,4
1987	4,27	19,4	5,6
1988	3,92	17,3	5,2

* Poskusno obratovanje

Viri: 1) Letna poročila ISEP

2) IAEA Newsbriefs, Vol.4, no.4 (35), May 1989

3) Dispečerski izveštaj 1988, JUGEL, Beograd 1989

4) Statistički godišnjak elektroprivrede SFRJ za 1987.godinu JUGEL, Beograd 1989

Nuklearna elektrarna Krško kot skupni objekt elektrogospodarstev SR Slovenije in SR Hrvatske dobavlja električno energijo porabnikom obeh republik v razmerju 50:50 in njena proizvodnja pomeni približno 1/5 proizvodnje v SR Sloveniji in v SR Hrvatski. Lani je obratovala na mreži kar 6866 ur in je s tem glede razpoložljivosti v samem vrhu jugoslovanskih termoelektrarn in v tem pogledu tudi primerljiva z evropskimi elektrarnami istega tipa.

Obratovanje NE Krško v letu 1988

REALIZACIJA PROIZVODNJE

NE Krško je v letu 1988 proizvedla 3935,8 GWh neto električne energije. Generator je bil priključen na omrežje 6866 ur ali 78,2% celotnega števila ur v tem letu. Plan proizvodnje je bil presežen za 1%. Tabela 3.2.2 /1/ prikazuje dinamiko proizvodnje po mesecih v primerjavi z načrtovano. Tabela 3.2.2: Dinamika proizvodnje električne energije v letu 1988 po mesecih

MESEC	PLANIRANA PROIZ. (GMh)	DOSEŽENA PROIZ. (GWh)	RAZLIKA (%)
JAN	406	461,8	13,7
FEB	366	418,8	14,4
MAR	406	463,9	14,3
APR	394	424,1	7,6
MAJ	406	462,9	14,0
JUN	394	438,6	11,3
JUL	406	429,0	5,7
AUG	272	232,5	- 14,5
SEP	0	0	0
OKT	40	6,4	- 84,0
NOV	394	211,9	- 46,2
DEC	406	385,9	- 5,0
SKUPAJ	3890	3935,8	1,2

Vir: Letno poročilo o obratovanju NE Krško za leto 1988

PROIZVODNJA TOPLOTNE ENERGIJE

V letu 1988 je bil reaktor kritičen 6915 ur ali 78,7% celotnega števila ur v tem letu. Proizvodnja toplote je znašala 11935,502 GWh, prirastek zgorelosti goriva pa je bil 10099,5 MWD/MTU.

IZKORISCENOST IN RAZPOLOŽLJIVOST

Pri računanju skupne dosežane razpoložljivosti, izkoriščenosti in faktorja prisilne zaustavitve v tabeli 3.2.3 je upoštevana proizvodnja električne energije od 01.01.1983 dalje, ko so bili končani zagonski testi. Tabela 3.2.4 za leto 1988 razčlenjuje porabo časa v NEK s stališča proizvodnje.

Faktor razpoložljivosti jedrske elektrarne v določenem časovnem intervalu, na primer v letu 1988, je kvocient med številom ur obratovanja reaktorja s sinhroniziranim generatorjem in številom ur v tem časovnem intervalu. Potem ko kvocient pomnožimo s 100, dobimo faktor razpoložljivosti v odstotkih.

Faktor izkoriščenosti jedrske elektrarne v določenem razdobju je kvocient produkta števila ur obratovanja jedrske elektrarne in proizvedene električne energije v tem obdobju s produktom moči na sponkah generatorja jedrske elektrarne, pomnoženi s številom ur v tem obdobju, na primer letu. Potem ko kvocient pomnožimo s 100, dobimo faktor izkoriščenosti v odstotkih.

Faktor prisilne zaustavitve v določenem časovnem razdobju je opredeljen kot kvocient števila ur zaustavitve jedrske elektrarne zaradi prisilne zaustavitve v tem obdobju s številom ur (trajanjem) tega obdobja. Pri tem še zaustavitev jedrske elektrarne šteje kot prisilna, če ni bila vsaj 24 ur vnaprej napovedana. Potem ko kvocient pomnožimo s 100, dobimo faktor prisilne zaustavitve v odstotkih.

Tabela 3.2.3: Pokazatelji zanesljivosti obratovanja NEK
v letu 1988 in skupno

	LETO 1988	SKUPNO
Faktor razpoložljivosti (%)	78,16	76,91
Faktor izkoriščenosti (%)	72,27	73,13
Faktor prisilne zaustavitve (%)	1,36	2,69

Vir: Letno poročilo o obratovanju NE Krško v letu 1988

Na proizvodnjo električne energije je vplivala okvara na transformatorju GT2, ki je nastopil med remontom zaradi prenapetosti, oziroma udara strele. Elektrarna je začela z enim transformatorjem, dokler ni bil dobavljen iz Termoelektrarne Drmno v gradnji podoben transformator. Treba je bilo napraviti adaptacijske načrte zaradi prepletanja faz in priključitve merilnih, zaščitnih in krmilnih tokokrogov. Transformator je bil usposobljen v začetku decembra 1988 in od takrat je elektrarna obratovala s 100 % reaktorske moči.

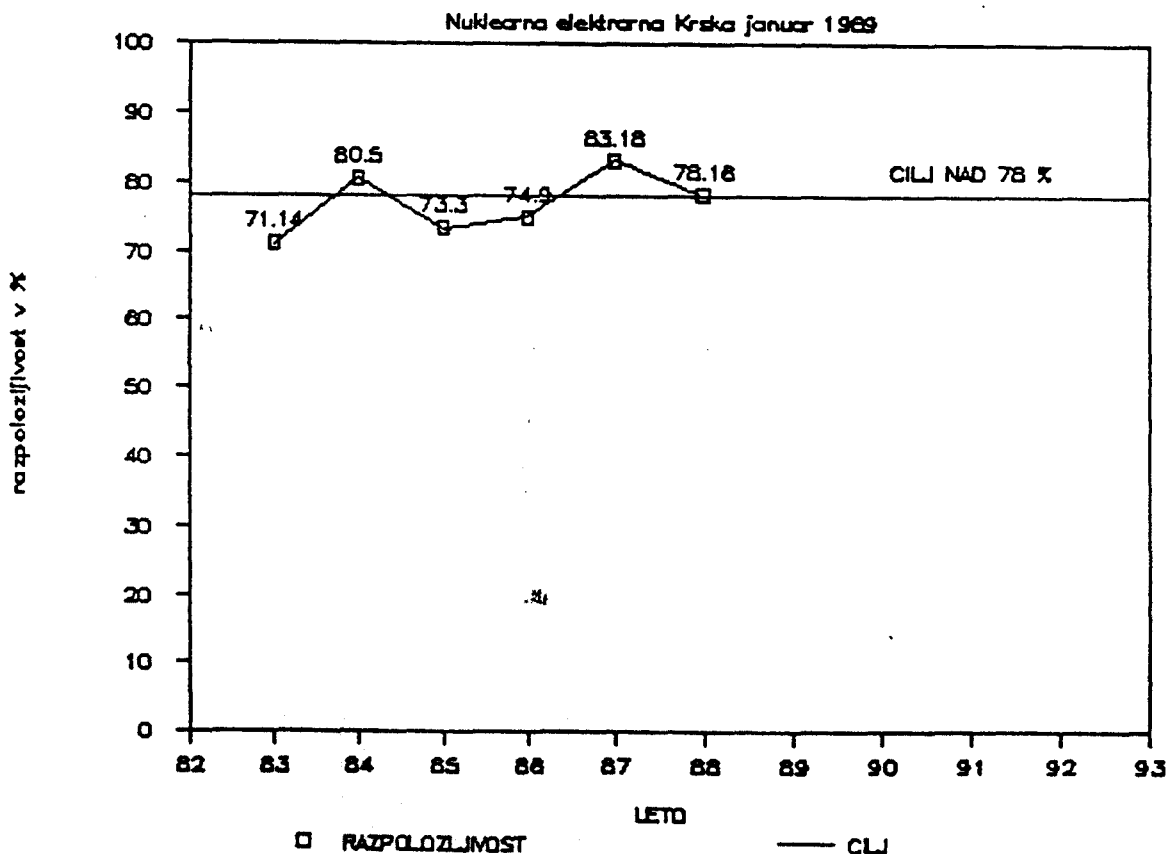
Tabela 3.2.4: Poraba časa v letu 1988 s stališča proizvodnje

Casovna analiza proizvodnje	URE	ODSTOTEK (%)
- celotni razpoložljivi čas obratovanja	8784	100,0
- trajanja obratovanja elektrarne	6866	78,2
- trajanje zaustavitve	1918	21,8
od tega:		
- trajanje remonta	1678	19,1
- trajanje načrtovanih zaustavitev	144	1,6
- trajanje nenačrtovanih zaustavitev	96	1,1

VZDRŽEVANJE IN REMONTNA DELA

Vzdrževanje in remonta dela tečejo po letnih programih, s čimer sta zagotovljeni visoka razpoložljivost elektrarne in varnost njenega obratovanja. Vsekakor imajo prednost dela na primarnem sistemu elektrarne in na varnostni opremi. Slika 3.2.1 kaže razpoložljivost NEK po letih.

Slika 3.2.1: Razpoložljivost NEK po letih



VARSTVO PRED SEVANJI IN ZDRAVSTVENO VARSTVO

Skladno s predpisi ima Nuklearna elektrarna Krško organizirano lastno službo radiološke zaštite, ki skrbi predvsem za zaščito delavcev v nadzorovanih področjih znotraj elektrarne ter za nadzor nad vsemi izpusti radioaktivnih snovi v okolico. Služba vodi evidenco prejetih doz sevanja za vse redne delavce elektrarne, ki imajo dostop v nadzorovane dele elektrarne, in za delavce drugih OZD, ki pridejo delat v elektrarno občasno, predvsem pri remontnih delih, kakor tudi evidence radioaktivnih virov, izpostavljenosti sevanju delovnih prostorov v elektrarni ter izpustov radioaktivnih snovi iz elektrarne. O vsem tem poroča služba pristojnim upravnim organom v rednih in izrednih poročilih. Redna poročila so mesečna in letna. Izredna poročila se nanašajo predvsem na predvidene izpuste iz zadrževalnega hrana pred njegovim prezračevanjem in na izredne izpuste. O vrsti in aktivnosti izpustov radioaktivnih tekočih odpadnih snovi v Savo poroča Nuklearna elektrarna dnevno v rednih obratovalnih poročilih pristojnim upravnim organom v SR Sloveniji kakor tudi ustreznim organom v SR Hrvatski.

Vsi dosedanja rezultati meritev kažejo, da služba radiološke zaštite v Nuklearni elektrarni Krško uspešno in kakovostno opravlja svoja dela in naloge. Splošna izpostavljenost sevanju delavcev v elektrarni je nizka in ne presega 1/10 predpisane mejne vrednosti za profesionalne delavce. Tudi med remontnimi deli, ko so delavci pri menjavi goriva in vzdrževanju opreme nekoliko bolj izpostavljeni sevanju kot med rednim obratovanjem, so prejete doze elektrarniških delavcev in delavcev drugih OZD vedno v mejah predpisov.

V letu 1988 v NE Krško ni bilo prekoračitev obratovalnih omejitev, navedenih v dovoljenju za obratovanje jedrskega objekta ali naprave. Celovitost gorivnih elementov v reaktorju NE Krško se spremlja posredno glede na aktivnost reaktorskega hladila. Specifične aktivnosti večjega števila izotopov v reaktorskem hladilu se zasledujejo med stabilnim obratovanjem in med prehodnimi pojavi.

Analiza izmerjenih vrednosti specifičnih aktivnosti v reaktorskem hladilu kaže na dobro kakovost gorivnih elementov NE Krško v 6. in 7. gorivnem ciklusu.

Za aktivno in pasivno zdravstveno varstvo delavcev NE Krško skrbi Zdravstveni dom Krško v sodelovanju z Univerzitetnim inštitutom za medicino dela in športa, Ljubljana. Ob radioloških nezgodah in kombiniranih nezgodah, ki bi imele za posledico obsevanje delavcev, ima NE Krško z dolgoročnim sporazumom zagotovljeno nego obsevanih delavcev v Kliničnem zdravniškem centru Rebro v Zagrebu. Aktivno zdravstveno varstvo izvaja Zdravstveni dom Krško skladno z domačimi predpisi, priporočili Mednarodne agencije za atomsko energijo in na podlagi izkušenj zdravstvenega varstva delavcev jedrskih elektrarn v tujini. Letno je opravljenih okoli 400 pregledov. Analiza zdravstvenega stanja delavcev elektrarne za leto 1981-1986 kaže, da ni bilo med njimi nobenega primera profesionalnega obolenja.

3.2.2 ZAUSTAVITVE

Tabela 3.2.5 prikazuje dogodke za stanja, zaradi katerih se je zmanjšala moč oziroma je bila ustavljena NE Krško v letu 1988. Vsebuje informacijo o načinu zaustavitve elektrarne, o vzroku za zmanjšanje moči oz. za zaustavitvev in o trajanju vzroka za zmanjšanje moči oz. za zaustavitvev.

Slika 3.2.2 kaže, kako se je z leti spreminjal faktor prisilne zaustavitve, slika 3.2.3 pa kaže spreminjanje števila zaustavitvev NEK z leti. Na sliki 3.2.4 je število poročil, ki jih je NEK v posameznih letih pripravil o pomembnih dogodkih.

Ker je bil med remontom v letu 1988 načrtovan pregled reaktorske posode, je bilo vse gorivo premeščeno v bazen za iztrošeno gorivo. S pomočjo ultrazvočnih 'preizkusov in optično s TV podvodno kamero jo je pregledala francoska firma Intercontrole. Na dnu je bilo le nekaj smeti, pomanjkljivosti na reaktorski posodi niso bile ugotovljene.

Opravljen je bil 100 % pregled cevi v obeh uparjalnikih (SG1, SG2). Na SG1 so začepili 34 cevi, doslej 246 cevi ali skupaj 5,4 %. Na SG2 so bile začepljene 4 cevi, skupaj doslej 162 cevi ali 3,5 %.

Med remontom so opravili več važnejših modifikacij:

- Framatome je vgradil novo tesnilno mizo z zamenjavo cevi vodil,
- vgradili so analizatorski sistem za merjenje vibracij glavnih črpalk reaktorskega hladila,
- vgradili so dodatni kompresor za sistem zraka za instrumentacijo.

3.2.3 IZPUSTI

Mejne vrednosti izpustov radioaktivnih snovi v okolico so določene z izdano odločbo Republiškega energetskega inšpektorata za začetek obratovanja jedrske elektrarne št.31-04/83-5 z dne 6.2.1984. Nuklearna elektrarna vzdržuje izpuste tekočih radioaktivnih odpadnih snovi v Savo na ravni nekaj odstotkov mejnih vrednosti iz navedene odločbe za vse radionuklide z izjemo tricija, pri katerem letne izpuščene aktivnosti dosežejo do polovice dopustne vrednosti iz odločbe. Podobno velja za izpuste v zrak. Mejne vrednosti za tricij v odločbi za NE Krško so znatno nižje od vrednosti, ki so predpisane ali uveljavljene v izdanih odločbah jedrskim elektrarnam v drugih evropskih državah. NE Krško dnevno poroča pristojnim upravnim organom v SR Sloveniji in SR Hrvatski o vseh radioaktivnih izpustih iz elektrarne.

Slike 3.2.5, 3.2.6 in 3.2.7 kažejo sproščanje radioaktivnih snovi v zrak in vodo po letih. Vnesene so tudi omejitve, ki jih vsebujejo Tehnične specifikacije NE Krško.

Tabela 3.2.5: ZMANJŠANJA MOČI IN ZAUSTAVITVE NE KRŠKO V LETU 1988

Številka	Datum	Vrsta (1)	Trajanje (h)	Vzrok (2)	Način (3)	Korektivni ukrepi in pripombe
1	23-Feb-88	1	5.0	A	AVTO	Izpad CW sistema in elektrarne zaradi izgube tesnilne vode za CW črpalke.
2	26-Apr-88	1	8.0	H	ROČNI	Elektrarna je bila ročno zaustavljena zaradi nihanja napetosti v elektroenergetskem sistemu.
3	30-Apr-88	1	6.0	B	ROČNI	Redukcija moči na 33% zaradi popravila izolacijskega ventila glavne napajalne vode.
4	22-Jun-88	1	11.0	H	ROČNI	Redukcija moči na 70% zaradi domnevnega puščanja kondenzatorja.
5	09-Jul-88	1	33.0	B	ROČNI	Redukcija moči zaradi čiščenja CW "box-ov" in inšpekcije kondenzatorskih cevi.
6	11-Jul-88	1	3.0	H	AVTO	Zaustavitev turbine in reaktorja zaradi nenadne izgube napajanja turbinskih solenoidnih ventilov.
7	08-Aug-88	1	5.5	A	AVTO	Avtomatska zaustavitev elektrarne zaradi okvare regulacijskih ventilov FCV 552 in 552 B na liniji 2 glavne napajalne vode.
8	20-Aug-88	2	1678.0	B/C	ROČNI	Redni letni remont in menjava goriva.
9	29-Oct-88	1	1.5	H	AVTO	Zaustavitev reaktorja na signal "Hi-Hi" nevtronski fluks, katerega nastavitvena vrednost je ostala nastavljena na 25% po fizikalnih testiranjih.
10	29-Oct-88	1	3.3	B	AVTO	Zaustavitev reaktorja na visoki nivo v uparjalniku št.2, do katerega je prišlo zaradi testiranja OPC zaščite turbine.
11	29-Oct-88	1	648.0	A	ROČNI	Elektrarna je obratovala na 60% moči zaradi okvare glavnega transformatorja GT2 (21/400 kV).
12	25-Nov-88	2	144.0	A	ROČNI	Planirana zaustavitev zaradi priklopa novega transformatorja GT2 (Drmno).
13	02-Dec-88	1	70.0	A	ROČNI	Zaustavitev elektrarne zaradi prekomernega segrevanja prirobnice na izvodu za 21 kV na transformatorju GT2 (R) (Drmno).
14	08-Dec-88	1	4.0	A	ROČNI	Redukcija moči na 70% zaradi izolacije visokotlačnih grelcev napajalne vode.

(1) 1 - prisilna, 2 - planirana

(2) A: napaka na opremi (opis), B: vzdrževanje ali testiranje, C: polnjenje goriva,

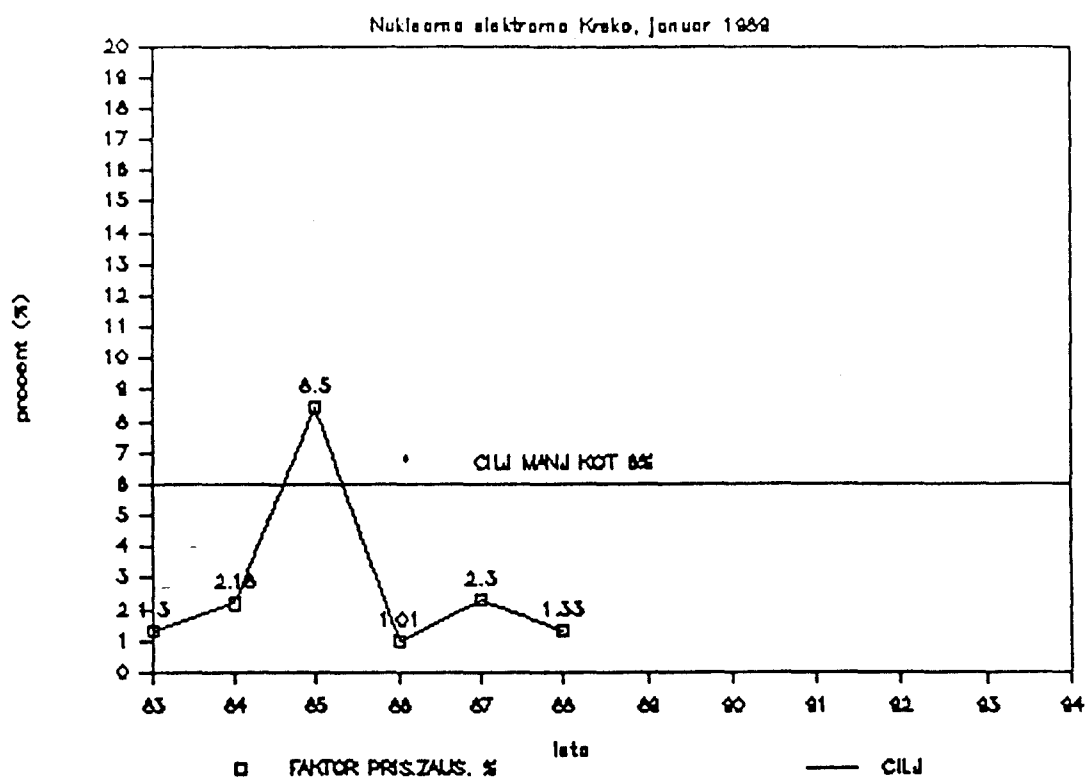
D: omejitve upravnih organov, E: šolanje operaterjev, izpiti, F: administrativni ukrepi (opis),

G: napaka v obratovanju (opis), H: ostalo (opis).

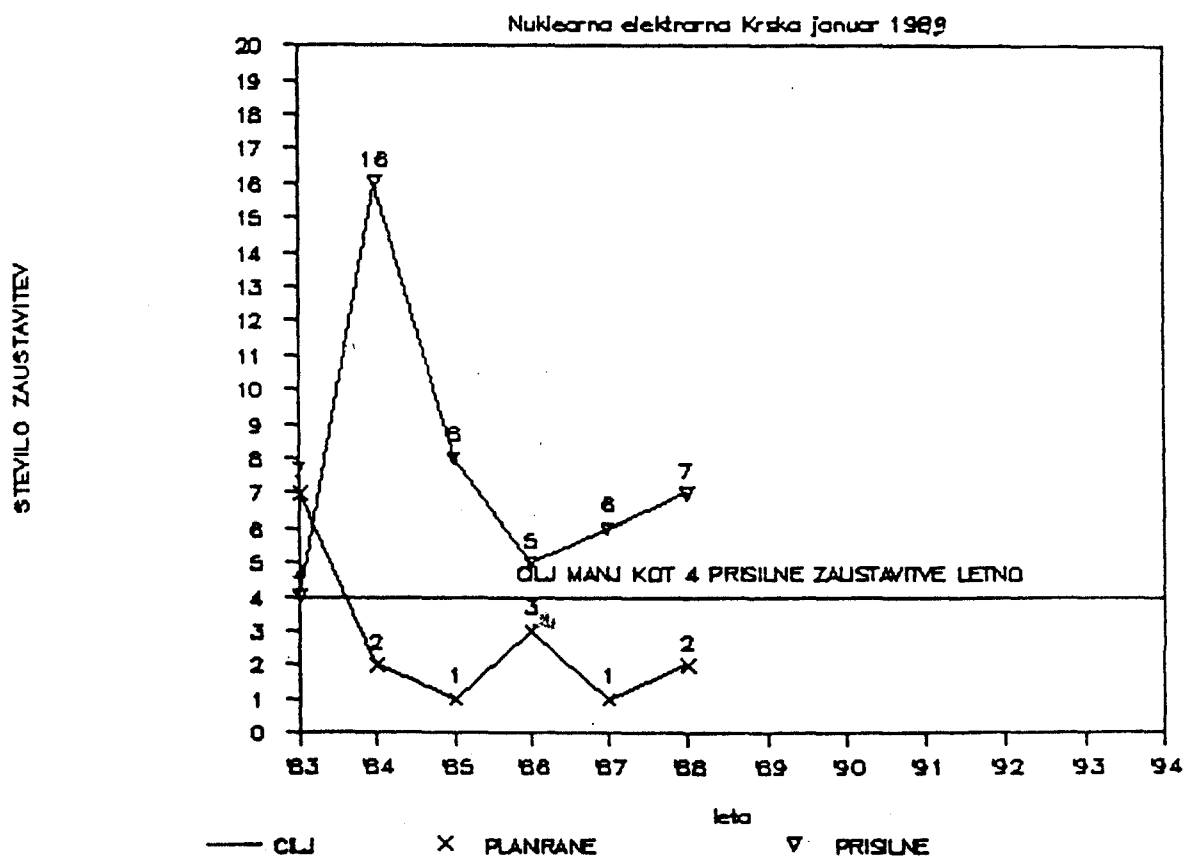
(3) Ročni (redni), Ročni (prisilni), Avtomatski, Ostalo (opis)

Tabela 3.2.5: Zmanjšanja moči in zaustavitve NE Krško v letu 1988

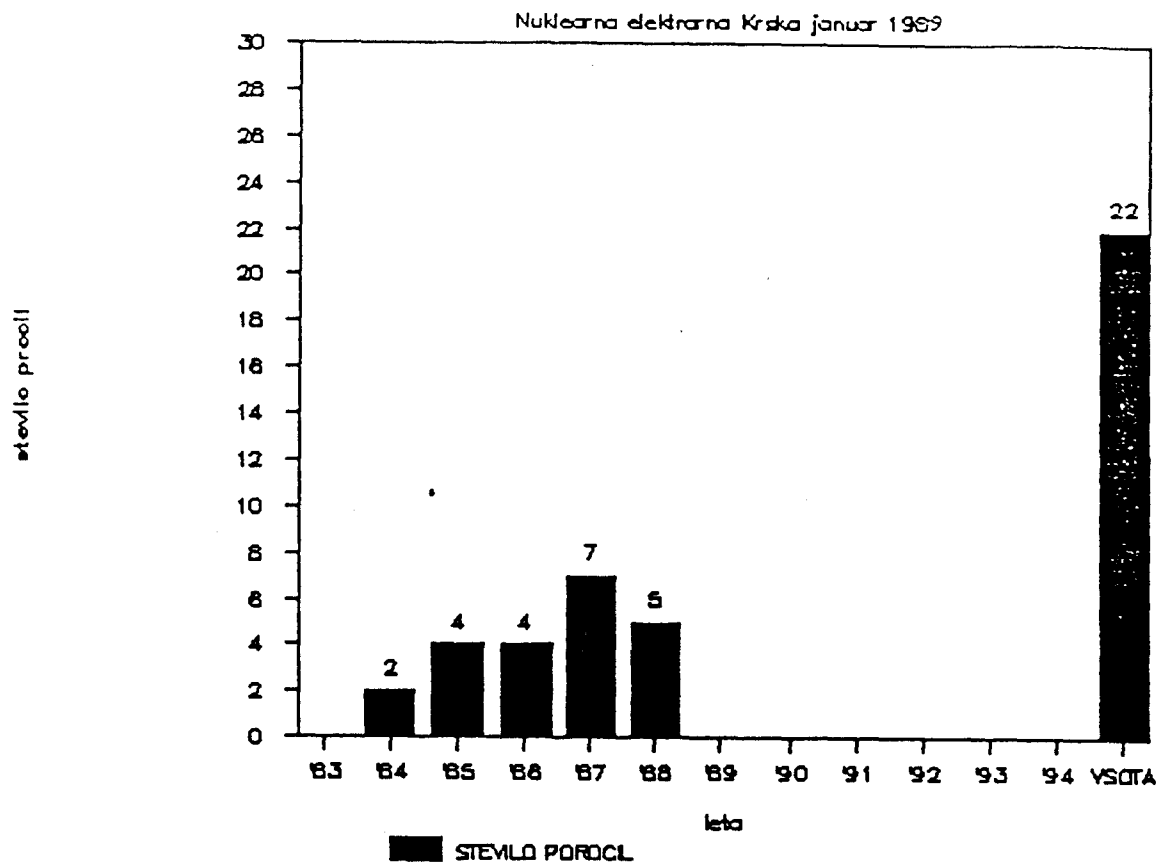
Slika 3.2.2: Faktor prisilne zaustavitve



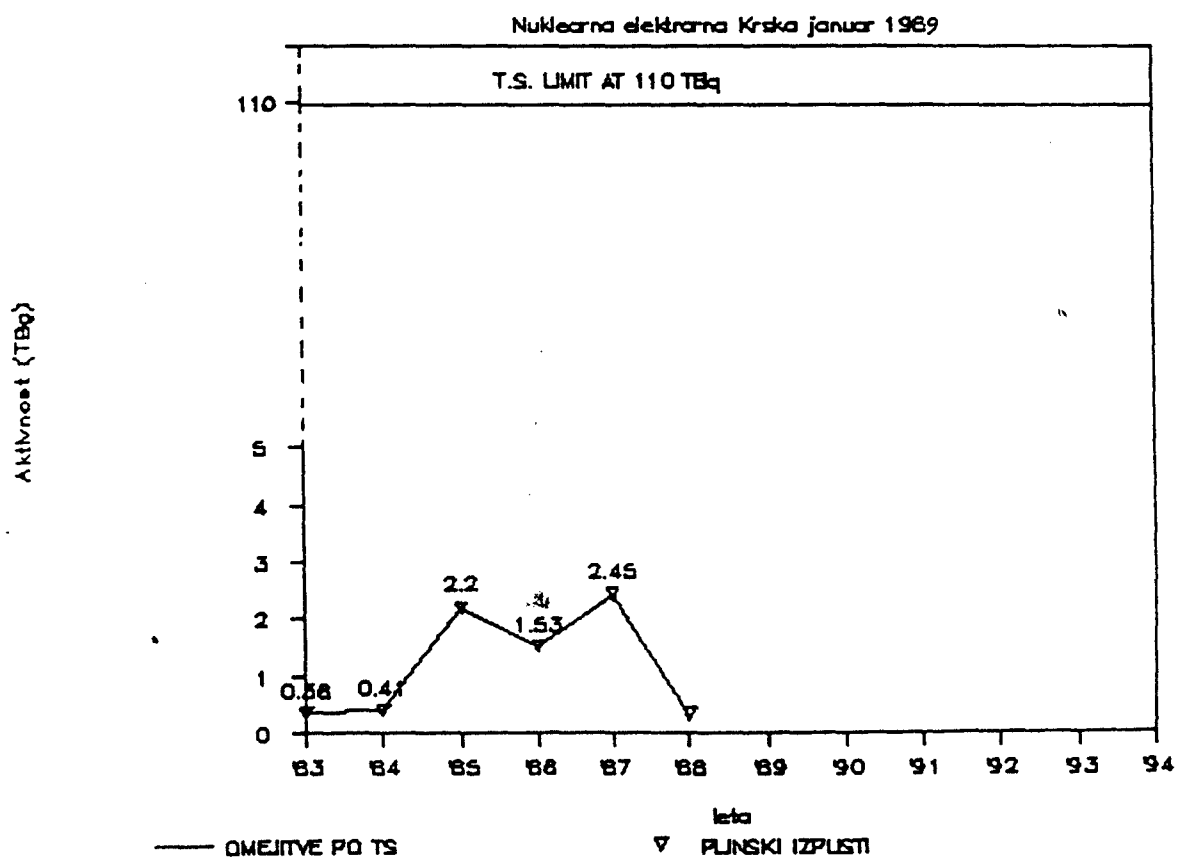
Slika 3.2.3: Stevilo zaustavitev NEK



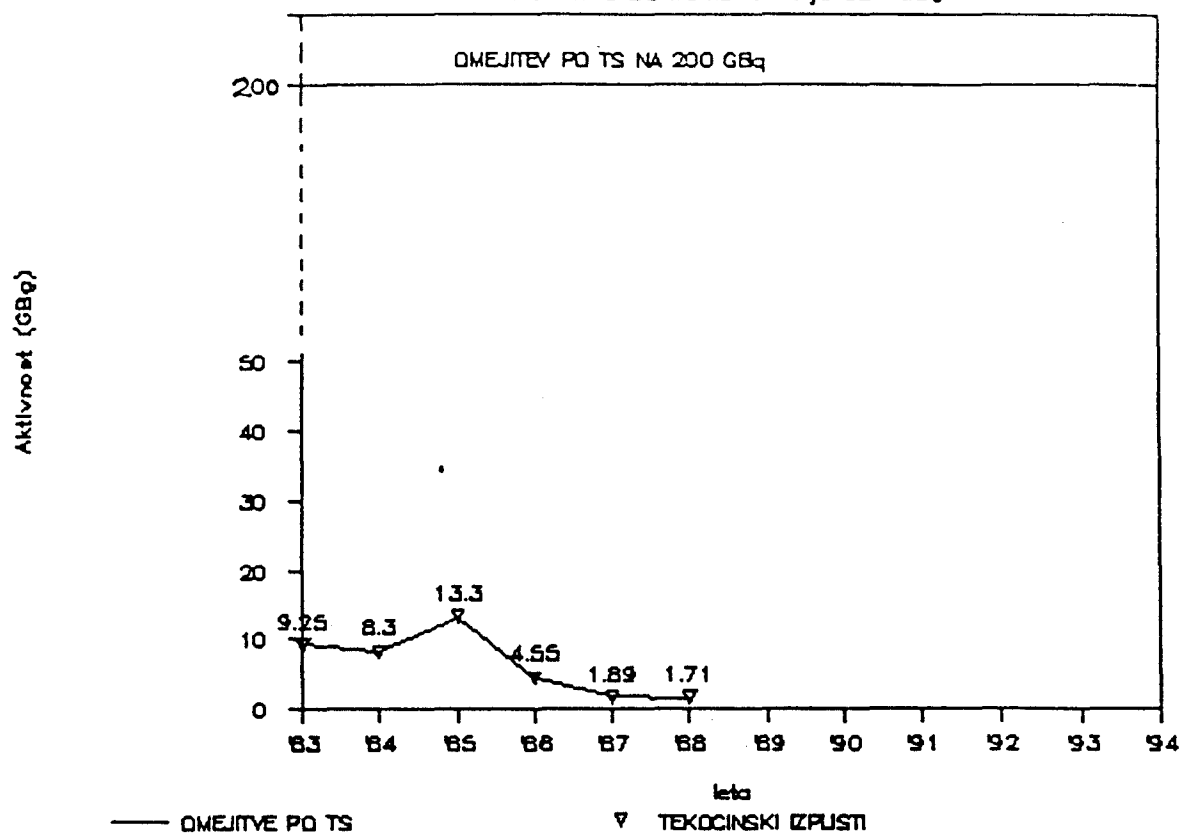
Slika 3.2.4: Stevilo poročil o pomembnih dogodkih po letih



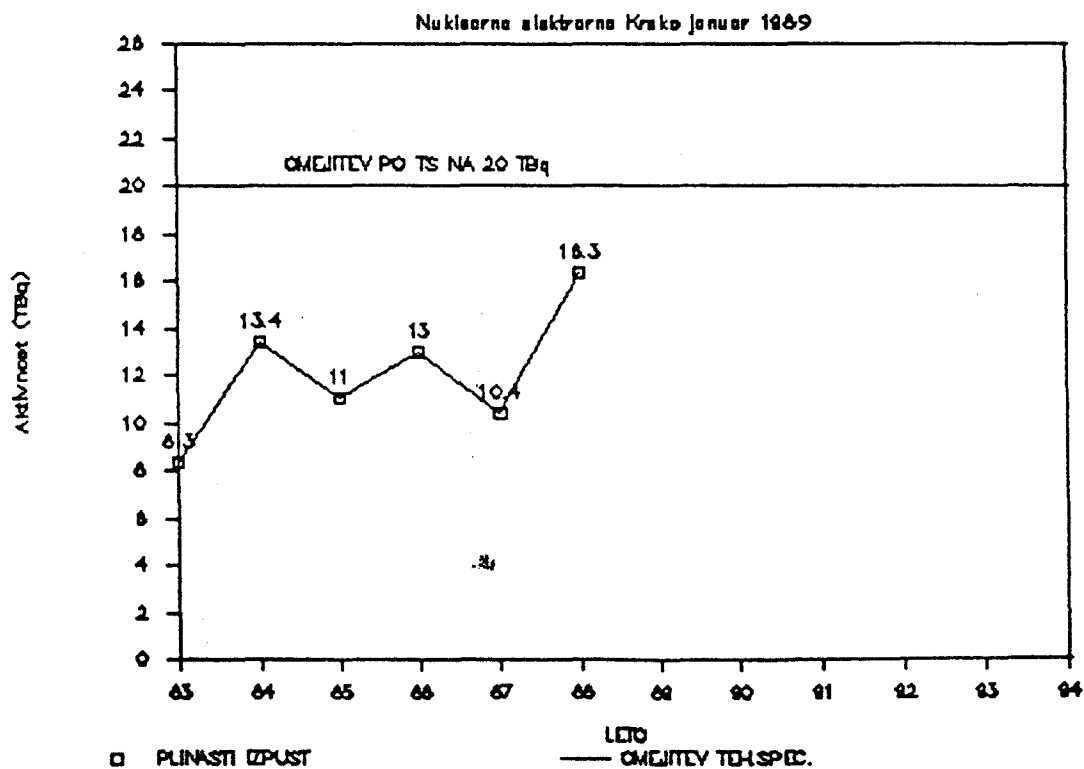
Slika 3.2.5: Aktivnost izpuščenih žlahtnih plinov



Slika 3.2.6: Aktivnost tekočih izpustov brez H-3 in alfa
Nuklearna elektrarna Krško januar 1989



Slika 3.2.7: Aktivnost izpuščenega tritija (H-3)



3.2.4 DOZE

V tabeli 3.2.6 je prikazana porazdelitev efektivnih ekvivalentnih doz osebja, ki je bilo v letu 1988 znotraj ograje jedrske elektrarne v Krškem. Poleg osebja NEK je vključeno tudi zunanje osebje (podizvajalci in drugi). Iz tabele je razvidno, da je 85 oseb prejelo letno efektivno ekvivalentno dozo nad 5 milisievertov (mSv) (500mrem), in sicer 25 delavcev NEK in 60 podizvajalcev in drugih prisotnih.

Kolektivna efektivna ekvivalentna doza osebja nuklearne elektrarne je bila 533 človek mSv in preostalega osebja, vključno z osebjem glavnega dobavitelja opreme, 1169 človek mSv. Njihova skupna kolektivna efektivna ekvivalentna doza v letu 1988 je bila tedaj 1,7 človek Sv. Letna kolektivna efektivna ekvivalentna doza na enoto proizvedene električne energije je bila 3,8 človek Sv/GW leto. (UNSCEAR 1988 ugotavlja povprečje za zahodnoevropske elektrarne 4 človek Sv/GW leto.) Tabela 3.2.7 podaja za leto 1988 efektivne ekvivalentne doze za dejavnosti, ki največ prispevajo k obsevanosti delavcev v NE Krško.

Tabela 3.2.6: Porazdelitev efektivnih ekvivalentnih doz v NEK v letu 1988

Razpon doz (mSv)	Število oseb		Skupaj
	NEK	Zunanji	
0 do 1	174	332	506
1 do 5	112	186	298
5 do 10	23	37	60
10 do 15	2	19	21
15 do 20	-	3	3
20 do 25	-	1	1
nad 25	-	-	-
Skupaj	311	578	889

Tabela 3.2.7: Kolektivne efektivne ekvivalentne doze sevanja za osebje v NE Krško v letu 1988, odvisno od dejavnosti in osebja

Dejavnost	Doza (človek Sv)		
	Osebje NEK	Zunanji izvajalci	Skupno
Redno vzdrževanje	0,1065	0,0153	0,1218
Predelava radioaktivnih odpadkov	0,0447	-	0,0447
Polnjenje reaktorja z gorivom in letni remont	0,3816	1,1424	1,5240
Skupaj :	0,5328	1,1277	1,6905

3.2.5 RADIOAKTIVNI ODPADKI V ELEKTRARNI

Vzdrževanje čistoče v nadzorovanih delih elektrarne, t.j. nizke stopnje izpostavljenosti sevanju delavcev v elektrarni in čiščenju plinastih ter tekočih izpustov iz elektrarne in primarnega hladila, ustvarja vrsto radioaktivnih odpadkov v elektrarni. Po predpisani klasifikaciji so uvrščeni ti odpadki v kategoriji nizkoaktivnih in srednjeaktivnih odpadkov brez sevalcev alfa, t.j. v najnižji kategoriji radioaktivnih odpadnih snovi. Kot najpogostejši radionuklidi se v teh odpadkih pojavlja kobalt-60 in cezij-137 ter njuni spremlajoči radionuklidi, torej produkti aktivacije in topni cepitveni produkti. V elektrarni se vsi radioaktivni odpadki pakirajo v 200-litrške sode, nizkoaktiven stisljiv odpadek brez dodatne zaščite, preostali aktivnejši odpadek pa z dodatno betonsko zaščito, s katero so znotraj obloženi sodi že pred polnjenjem z odpadki.

V sedmih letih obratovanja elektrarne se je nabralo 1242 m³ teh odpadkov v sodih, če prištejemo zaščitni beton. Povprečna specifična aktivnost v sodih je 17 GBq/m³ (0,46 Ci/m³), kar jih razvršča v skupino srednjeradioaktivnih odpadkov z beta in gama sevalci (Uradni list SFRJ, št.40/86). Tabela 3.2.8 podaja vrsto, množino in aktivnost različnih vrst odpadkov.

Tabela 3.2.8: Radioaktivni odpadki v Nuklearni elektrarni
Krško po vrsti in aktivnosti 31.12.1988

Vrsta odpadkov	Število sodov	Aktivnost (Ci)	Aktivnost (GBq)	Volumen (m ³)	Specifična aktivnost (GBq/m ³)
SR	719	393.8	14570	144	101
CW	67	2.1	77	13	6
EB	4696	137.1	5037	939	5
F	65	24.9	922	13	7
O	130	0.5	17	26	1
SC	536	11.4	423	107	4
Skupaj	6213	569.7	21082	1242	17

Vrsta odpadkov:

SR - izrabljeni ionski izmenjevalci

CW - stisljivi odpadki

EB - koncentrat izparilnika

F - filtri

O - drugi odpadki

SC - stisnjeni odpadki

Del radioaktivnih odpadkov v sodih zavzema veliko prostornino ob nizki specifični aktivnosti. Zato je smiselno odpadke te vrste dodatno stisniti - kompaktirati, ker sta na voljo tehnologija in ponudba na svetovnem tržišču. NE Krško je od 23.11. do 15.12. kompaktirala 1670 standardnih sodov, ki so bili potem napolnjeni v 536 sodov za stisnjene (SC) odpadke. Kompaktirala jih je firma Westinghouse s svojo mobilno stiskalno enoto s tisočtonsko stiskalnico.

Vir: Zapisnik inšpekcijskega pregleda skladišča RAO v NEK, ki ga je opravil republiški inšpektor za jedrsko varnost dne 13.4.1989.

3.2.6 IZRABLJENO JEDRSKO GORIVO

Izrabljenega jedrskega goriva ne štejemo med radioaktivne odpadke, dokler lahko služi kot surovina za recikliranje cepljivega urana in plutonija. Na elektrarni so izrabljeni gorivni elementi shranjeni v bazenu za izrabljeno gorivo, ki ima dovolj prostora za 17 šarž in še za eno celo reaktorsko sredico (121 gorivnih elementov) kot vedno razpoložljivo rezervo, če bi bilo iz kakršnega koli razloga treba izprazniti sredico reaktorja. Zmogljivost bazena za izrabljeno gorivo je torej zadostna za shranjevanje izrabljenih gorivnih elementov do leta 1998/99.

Z boljšim izkoriščanjem goriva bo rok uporabnosti bazena podaljšán, vendar bo že v začetku naslednjega srednjeročnega obdobja treba sprejeti odločitve o nadaljnji usodi izrabljenih gorivnih elementov, da se pravočasno zagotovijo ekonomične in ekološko sprejemljive rešitve.

3.2.7 USPOSABLJANJE KADROV

Miroljubna uporaba jedrske energije zahteva visoko strokovno usposobljenost delavcev, čemur vse bolj sledijo tudi predpisi, s katerimi ni določena samo stopnja izobrazbe, temveč tudi programi začetnega in stalnega usposabljanja ter sistem preverjanja usposobljenosti delavcev za posamezna dela in naloge. To imamo urejeno za delavce NE Krško s pravilniki na podlagi zveznega in republiškega zakona za operaterje v komandni sobi in vodilne delavce, za službo varstva pred sevanji in službo varovanja objekta.

Nuklearna elektrarna Krško ima lastno službo za usposabljanje delavcev, ki skrbi za izvajanje letnih programov usposabljanja. Poleg lastnih tečajev organizira služba specialistične tečaje v strokovnih organizacijah, kot so Institut "Jožef Stefan", Ljubljana, Šola za radiološko zaščito v Beogradu in drugje. Ker v Jugoslaviji še nimamo simulatorja jedrske elektrarne, organizira služba NE Krško obvezne letne tečaje na simulatorju v tujini, predvsem v ZDA.

Po sporazumu med SOZD EGS, NE Krško in Institutom "Jožef Stefan" je bil v gradnji šolski center za jedrsko tehnologijo na Reaktorskem centru IJS v Podgorici pri Ljubljani. V letu 1988 so bila dokončana gradbena dela, kupovala se je oprema. S 1.1.1989 je začel Center s poizkusnim obratovanjem. Zgrajen in formalno ustanovljen je bil 1.7.1989.

Republiška uprava za jedrsko varnost se zavzema za dosledno izvajanje programov usposabljanja na vseh ravneh, saj je poleg kroničnega pomanjkanja energetikov v SR Sloveniji stanje s kadri na področju jedrske energije že sedaj akutno, bo pa še težje zaradi manjšega interesa mladine za delo na tem področju.

Kvalifikacijska struktura zaposlenih v elektrarni na dan 31.12.1988 je naslednja:

VSS	VS	SSS/VKV	KV	PK	NK	SKUPAJ
136	54	240	131	44	14	619

Visoko število delavcev in predvsem visoka kvalifikacijska struktura kadrov v elektrarni sta odvisna od samega tehnološkega procesa in posebnosti jedrskega postroja, vključno z normativnimi zahtevami. S stalnim usposabljanjem novih mladih kadrov NE Krško skrbi za izmenjavo prve generacije kadrov elektrarne. Januarja 1989 se pričinja tečaj osnovne tehnologije močnostnih reaktorjev kot prva faza usposabljanja obratovalnega osebja s 16 udeleženci iz NEK in po enim iz EIMV in RUJV.

3.3 RAZISKOVALNI REAKTOR TRIGA

V reaktorskem centru Instituta "Jožef Stefan" v Podgorici pri Ljubljani obratuje že več kot dvajset let raziskovalni reaktor TRIGA s toplotno močjo 250 kW. Reaktor je namenjen proizvodnji radioaktivnih izotopov, predvsem kratkoživih, ki se uporabljajo v medicini, znanosti in industriji, raziskavam z nevtroni in gama žarki, aktivacijskim analizam, obsevanju materialov za industrijo polvodnikov in za usposabljanje kadrov. Kljub skromnim sredstvom, ki jih vodstvo pogona reaktorja dobiva za vzdrževanje in obratovanje reaktorja, so se sodelavci reaktorskega centra, ki pri svojem delu uporabljajo reaktor, uveljavili s svojim delom ne samo doma, temveč tudi v tujini.

Skladno s predpisi so v reaktorskem centru organizirane vse potrebne specialne službe varstva pred sevanji, varovanja, skladiščenja radioaktivnih odpadkov in evidence ter skladiščenja jedrskega goriva. V Reaktorskem centru je novo prehodno skladišče nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov urejeno kot zbirno skladišče za uporabnike radioizotopov v SR Sloveniji.

V letu 1988 je reaktor obratoval brez večjih zastojev. Obratoval je 4040 ur (1010 MWh toplote je bilo generirane), kar reaktor uvršča med najbolj izkoriščane raziskovalne reaktorje srednje moči na svetu. Reaktor je bil 287-krat namensko zaustavljen, nenamenskih zaustavitev reaktorja je bilo 28, od tega 15-krat zaradi izpada električne energije. Med ostalimi vzroki so bili: prekratka perioda med zagonom reaktorja, izpad sekundarne hladilne vode, izvlečenje vzorca iz mokrega kanala, okvara visokonapetostnega napajalnika ionizacijskih celic radiološke zaščite, prenizka temperatura vstopnega zraka v reaktorsko halo, povečano sevanje.

V letu 1988 so bile opravljene tri menjave goriva, tako da je bilo 15.11.1988 (po zadnji menjavi) v sredici 57 gorivnih elementov z 20% obogatitvijo urana 235 in 25 gorivnih elementov s 70% obogatitvijo (FLIP gorivni elementi). V svežih gorivnih palicah je 38,5 g U-235 (povprečna izgorelost urana je 15%) ali 135 g U-235 v FLIP gorivnih elementih (izgorelost je 5%). Izgorelost 15% urana 235 pomeni, da je od celotne količine urana 235 v gorivnem elementu zgorelih (razcepljenih) 15% urana 235. Skupaj je na reaktorju 228 gorivnih elementov, od tega je 10 svežih gorivnih elementov.

Reaktor obratuje okoli 80 ur na teden, za obratovanje skrbi šest operaterjev, dva delavca v mehanični delavnici, vodja reaktorja in služba zaščite pred ionizirajočimi sevanji na IJS.

Vir: Letno poročilo pooblaščenega organizacije združenega dela o delovanju raziskovalnega reaktorja TRIGA v letu 1988, Institut "Jožef Stefan", Ljubljana 31.5.1989
Dnevnik obratovanja reaktorja TRIGA za leto 1988

3.4. SISTEMATICO SPREMLJANJE JEDRSKE VARNOST

Problematico in dogodke, ki so pomembni za varnost, so poleg RUJV spremljale pooblašene organizacije. Podrobnosti najdemo v poročilu Instituta "Jožef Stefan" IJS-DP-5319. Pregled dogajanja v svetu, ki se nanaša na jedrsko varnost, je razdeljen na pravo in predpise, projektiranje, gradnje, popravila, raziskave in razvoj, obratovanje, nezgode, nesreče, spremljanje nezgode na Otoku treh milj, spremljanje nesreče v Černobilu, varstvo pred sevanjem, splošno varnost, človeški faktor ter konference, kongrese in simpozije.

Varnost jedrske elektrarne Krško spremljajo pooblašene organizacije po poročilih, ki jih elektrarna pošilja RUJV.

Stanje in dogodke, ki so pomembni za jedrsko varnost v svetu spremlja IJS po objavah v strokovnih revijah, publikacijah MAAE, publikacijah ameriške Komisije za jedrsko regulativo (NRC) in po publikacijah raznih vladnih ustanov.

IJS je spremljal dejavnost mednarodne posvetovalne skupine za jedrsko varnost (INSAG), dejavnost mednarodne agencije za atomsko energijo (MAAE) in dejavnost ameriške jedrske upravne komisije (NRC). Leta 1984 ustanovljena skupina INSAG je bila zelo dejavna po nesreči v Černobilu, ko je pripravila svoje lastno poročilo. Leta 1988 je realizirala enega od svojih glavnih ciljev, razvila in objavila je niz osnovnih varnostnih načel za obstoječe in bodoče jedrske reaktorje. Upoštevanje vseh varnostnih načel pri bodočih jedrskih elektrarnah bo omogočalo zmanjšati verjetnost hudih poškodb reaktorske sredice pod $1/100000$ na leto obratovanja reaktorja. Skupina INSAG meni, da pravilno vodenje in ukrepanje ob nezgodah lahko zmanjšata verjetnost velikih sprostitvev radioaktivnih snovi, pri katerih so potrebni ukrepi izven lokacije jedrske elektrarne, vsaj za faktor 10.

Pregled jedrske varnosti, ki ga pripravlja MAAE v tekočem letu, se nanaša na dejavnost in dogajanja v predhodnem letu. V letu 1987 se je pripetila nesreča z izvorom sevanja v mestu Goiania v Braziliji, v kateri je bilo resno kontaminiranih in obsevanih pribl. 20 oseb, od katerih so štirje umrli. Upravni in zdravstveni organi so začutili potrebo po diagnozi, obdelavi in prognozi učinkov hujšega obsevanja. Kot odziv je MAAE pospešila pripravo navodil za ukrepanje v sili ob radioloških nesrečah izven jedrskih elektrarn. Za zdravnike so pripravili navodilo za zdravstveno obdelavo radioloških ponesrečencev, dodatno usposabljanje medicinskega osebja in oceno prejetih doz s pomočjo bioloških in drugih metod.

3.5. SODELOVANJE V SISTEMU POROCANJA MAAE O IZREDNIH DOGODKIH

Mednarodna agencija za atomsko energijo je ob sodelovanju držav članic, ki imajo razvito jedrsko tehnologijo, uvedla sistematično zbiranje poročil o izrednih dogodkih v jedrskih elektrarnah v posebni bazi podatkov z imenom Incident Reporting system (IRS).

Namen sistema je široko posredovanje izkušenj o izrednih dogodkih vsem državam članicam MAAE, da bi lahko izboljšale varnost svojih jedrskih elektrarn.

Izmenjava poročil med državami poteka po načelu, da ima vsaka država, ki prispeva poročila o svojih dogodkih, tudi dostop do drugih poročil. Ta poročila pa lahko uporablja izključno v okviru sistema IRS.

Jugoslavija je pričela sodelovati v sistemu IRS leta 1985 (Uradni list SFRJ MP 1/87). S sistemom IRS je povezana preko Republiške uprave za jedrsko varnost v Ljubljani v sodelovanju z jedrsko elektrarno v Krškem.

Institut "Jožef Stefan" izdeluje domačo bazo podatkov o izrednih dogodkih po IRS. Domača računalniško vodena baza podatkov o dogodkih, ki so zbrani v MAAE IRS je pripravljena za uporabo na osebni računalnikih tipa IBM-PC. Kot ogrodje baze podatkov je uporabljen računalniški program dBASE III+.

Domača baza podatkov na IRS o izbranih dogodkih je bila v letu 1988 povečana za 62 izrednih dogodkov iz svetovne prakse. Dogodki so podani v enotnem formatu z vsemi podatki, ki jih predvideva formular MAAE IRS ter vsebujejo osnovne podatke o jedrski elektrarni, opis dogodka, vzrok dogodka, posledice dogodka (pri tem so poudarjene posledice, ki imajo pomen za jedrsko varnost) in ukrepanje po nezgodi.

Dogodki, poročani v sistemu IRS, so zelo različni po vzrokih, poteku dogajanja, posledicah in ukrepanjih po končanem dogodku. Tudi popolnost oz. globina posamičnih poročil je zelo različna, čeprav pisanje poročil v vseh državah članicah IRS poteka po enotnih navodilih Mednarodne agencije za atomsko energijo. V našo bazo podatkov so dogodki vneseni v skrajšani obliki, vendar tako da so prikazane bistvene značilnosti dogodka. Obseg vpisov je za vse dogodke podoben.

Poročila IRS zajemajo vse tipe komercialnih jedrskih elektrarn, ki jih imajo države članice MAAE sistema IRS. Za vpisovanje v našo bazo podatkov smo izbirali predvsem dogodke v elektrarnah s tlačnovodnimi reaktorji (PWR). Ti so za jedrsko elektrarno Krško najpomembnejši, pa tudi v svetu prevladujejo. Letos je bilo kot prispevek Jugoslavije za poročanje v sistemu IRS Mednarodne agencije za atomsko energijo na podlagi izvirnih podatkov pripravljeno poročilo o izrednem dogodku v jedrski elektrarni v Krškem, ki se je zgodil 23. februarja 1988:

"Izpad elektrarne zaradi odpovedi črpalk dekarbonizirane tesnilne vode za glavne hladilne črpalke kondenzatorja".

Nauk izrednega dogodka je v tem, da na varno obratovanje jedrske elektrarne lahko vplivajo tudi sekundarni sistemi, ki na videz niso pomembni. Ob opisanem dogodku, ki se je končal s hitro ustavitvijo reaktorja, kar je vedno znaten izziv varnostnim sistemom, je bil osnovni vzrok izpad podpornega sistema, ki ne vzbuja velike pozornosti.

Sodelovanje s sistemom IRS MAAE je uspešno in omogoča enakopravno sprejemanje in dajanje podatkov o izrednih dogodkih v jedrskih elektrarnah. V letu 1988 je prispelo 158 IRS poročil, tako da je baza podatkov MAAE IRS vsebovala 584 poročil (stanje novembra 1988). Pregled poročil o izrednih dogodkih v letu 1988 v MAAE IRS je prikazan v tabeli 3.5.1.

V domači bazi podatkov je skupno 313 obdelanih dogodkov, ki so se zgodili v različnih jedrskih elektrarnah in pomenijo bogate izkušnje. Dogodki so zelo raznovrstni, vendar je njihovo število še premajhno za statistične preglede in razpoznavanje vzorcev, kar je eden od ciljev sistema IRS Baza podatkov pa je že sedaj koristen pripomoček za šolanje operaterjev za jedrsko elektrarno v Krškem.

3.6. POOBLAŠČENE STROKOVNE ORGANIZACIJE

Delo pooblaščenih organizacij

Na podlagi pooblastil republiškega zakona o izvajanju varstva pred ionizirajočimi sevanji in o ukrepih za varstvo jedrskih naprav (Ur. list SRS, št.28/80) je Republiški komite za energetiko in industrijo pooblastil vrsto strokovnih organizacij v SR Sloveniji in SR Hrvatski za opravljanje določenih strokovnih del v zvezi z zagotavljanjem varnosti jedrskih objektov (IJS, EIMV, IMK, IBE, FS Univerze v Ljubljani, ZVT, IEP Zagreb). Zaradi omejenih kadrovskih možnosti v upravnih organih je za izvedbo vseh strokovnih del v naših razmerah taka rešitev nujna. Pooblaščne strokovne organizacije opravljajo znaten del svojih nalog, posebno še v zvezi s strokovnim nadzorom kakovosti remontnih del, po pogodbah z Nuklearno elektrarno Krško. Isto velja za strokovne ocene vlog Nuklearne elektrarne Krško za izdajo soglasij in dovoljenj. S sredstvi, ki se zbirajo po Samoupravnem sporazumu o združevanju sredstev za jedrsko varnost, so financirane širše naloge, ki jih opravljajo pooblaščne organizacije. Usposabljanje mladih kadrov, neodvisne analize varnosti, spremljanje razvoja v svetu na področju reaktorske tehnike in varnosti ter vzdrževanje sodobne programske opreme so ključne naloge pri zagotavljanju varnosti. Vzdrževanje mednarodnih strokovnih stikov je ena izmed pomembnih nalog pooblaščenih organizacij.

Iz njihovih letnih poročil RUJV povzemamo, da pri nekaterih dejavnostih sodeluje večina pooblaščenih organizacij, npr. pri delih, povezanih s sedmim letnim remontom NE Krško, ali ocenah predlaganih modifikacij za NEK, spremljanju stanja na področju jedrske varnosti v svetu, delu SKJV in komisijah SKJV, izobraževanju kadrov, ipd.

Del njihove dejavnosti je izrazito raziskovalen oz. razvojen in je uvrščen v poglavje 3.7 Razvoj, raziskave in podporne dejavnosti jedrske varnosti.

V nadaljevanju povzemamo del njihove dejavnosti v preteklem letu za Elektroistitut "Milan Vidmar" (EIMV), Inženirski biro Elektroprojekt (IBE), Institut "Jožef Stefan" in Institut za metalne konstrukcije (IMK).

Tabela 3.5.1: Pregled poročil o izrednih dogodkih v letu 1988
v MAAE IRS

VRSTA DOGODKA	STEVILO POROCIL
1. Izpostavljenost prebivalstva sevanju iznad predpisanih omejitev	0
2. Odpoved varnostne funkcije	1
3. Avtomatska vključitev varnostnega vbrizganja	11
4. Izziv varnostnim ali razbremenilnim ventilom v primarnem sistemu	3
5. Kršitev tehničnih specifikacij in	
- degradacija funkcij pomembnih za varnost	10
- pomanjkljivosti v obratovanju	3
- neposredni vzrok - človeški faktor	3
- koren - človeški faktor	7

POVZROČITELJ DOGODKA *	DELEŽ VSEH DOGODKOV (%)
1. Neznani	1
2. Mehanska napaka	61
3. Napaka v električni opremi	25
4. Kemija ali reaktorska fizika	5
5. Napaka na hidravliki	15
6. Napaka na inštrumentaciji	16
7. Okolje (v elektrarni)	1
8. Okolje (zunaj elektrarne)	1
9. Človeški faktor	13

* Enemu dogodku je lahko pripisanih več vzrokov

SKUPNA DEJAVNOST EIMV, IJS in IMK

Spremljanje remonta NE Krško, ki ga usklajuje EIMV, vsebuje pripravo strokovnega mnenja pred ponovno kritičnostjo reaktorja, po opravljenih funkcionalnih preizkusih pa mnenje o sposobnosti za dvig na polno moč ter zbirno strokovno oceno remonta '88 v NEK.

Pooblaščen organizacije so sodelovale pri analizi obratovalnih dogodkov in pri izdelavi varnostnih ocen za predlagane modifikacije komponent in sistemov elektrarne, pri delu SKJV (strokovne komisije za jedrsko varnost), pri strokovnem izpopolnjevanju obratovalnega osebja NEK pa pri predavanjih in izpitih za operaterje NEK.

Sodelujejo tudi z mednarodnimi organizacijami.

Elektroinstitut "Milan Vidmar":

Na oddelku reaktorske tehnike v NEK je EIMV sodeloval pri analizi obratovalnih dogodkov in pripravi poročil za:

a) izpade reaktorja dne 23.2.88, 26.4.88, 11.7.88 in 8.8.88:

- Izpad reaktorja dne 23.2.88
Izguba vodnega tesnila na hladilnih črpalkah CW je povzročila izpad črpalk. Nastali izpad hlajenja v kondenzatorju je povzročil znižanje vakuuma v kondenzatorju in zaustavitev reaktorja na OT Δ T nastavitveno vrednost, ker zaščita turbine na izgubo vakuuma ni delovala (CW - Circulating Water System - sistem obtočne vode).
- Izpad reaktorja dne 26.4.88
Zaradi preobremenitve je 400kV DV Krško - Maribor izpadel; to je povzročilo velika nihanja moči na generatorju, ki je še ostal priključen na daljnovod Krško - Zagreb. Zaradi bojazni pred morebitnimi poškodbami generatorja je bila turbina ročno zaustavljena in s tem tudi reaktor.
- Izpad reaktorja dne 11.7.88
Zaradi napake pri preklapljanju razglasnega sistema elektrarne, so bili izklopljeni magnetni ventili turbinskega oljnega sistema, kar je povzročilo zaustavitev turbine in reaktorja.
- Zaustavitev reaktorja dne 8.8.88
Zaradi poškodbe membrane na glavnem napajalnem ventilu uparjalnika 2 se je napajalni pretok zmanjšal. Sledila sta redukcija moči turbine ter nadomeščanje napajalnega pretoka skozi ventil FCV 552 A in FCV 552 B. Zaradi sočasne odpovedi ventila FCV 552 A, ki je ostal v odprti poziciji, je bila turbina zaustavljena in nato tudi reaktor na signal visoke ravni v uparjalniku 2.

b) Pri pripravi varnostnih ocen za več predlaganih modifikacij komponent in sistemov elektrarne

Vir: poročilo EIMV, št.A.10242/88 z dne 21.12.88

Inženirski biro Elektroprojekt:

Med deli IBE omenimo strojno tehnološko modifikacijo sistema hladilne in tesnilne vode za črpalke hladilne vode CW. Cilj modifikacije je doseči povečanje zanesljivosti obratovanja sistema z redundantnim virom napajanja tesnilne vode in z redundanco v opremi sistema. Modifikacija je bila opravljena. Dodatna analiza problematike je privedla do predloga dodatnih izboljšav.

Med aktivnostmi za gradnjo odlagališča radioaktivnih odpadkov v letu 1988 je IBE sodeloval pri izdelavi strokovnih podlog za predlog dopolnitev in sprememb za dolgoročni in srednjeročni plan SRS (koncept odlaganja RAO, kriteriji za izbor možnih lokacij odlagališča RAO).

Vse preostale predvidene aktivnosti iz leta 1988 (optimizacija idejne rešitve, predinvesticijske zasnove, preliminarne ocene varnosti in vpliva na okolje, obveščanje informiranje javnosti), še niso bile realizirane in se tudi niso izvrševale.

Pri tej nalogi je IBE sodeloval v okviru SEPA pri pripravi gradbeno izvedbenih kriterijev in kriterijev za ekonomsko oceno izbora lokacij.

Glede na sprejeti moratorij v SR Sloveniji so se končala dela za evaluacijo ponudb za NE Prevlaka. Pripravljeno je bilo poročilo o evaluaciji ponudb.

Vir: Letno poročilo pooblaščenice organizacije združenega dela IBE

Institut "Jožef Stefan"

Na IJS so za NEK:

- preizkušali in preverjali radiološko instrumentacijo in redno nadzorovali radioaktivnost v okolici NE Krško. Uvedli in preizkusili so in-situ spektrometrijo gama kot hitro in občutljivo metodo ugotavljanja radioaktivnih izotopov v okolju,
- izdelali so alternativni trdnostni preračun cevovoda za odplinjevanje reaktorske posode,
- ocenili so spremembo sistema bistvene oskrbe vode z vgradnjo filtrirne in čistilne naprave s pomočjo sistema firme Taprogge (sodelovanje z IBE)
- izdelali so novo verzijo tehničnih specifikacij v skladu z novim standardnim formatom in posebnostmi NEK,
- spremljali so varnostne analize zaradi morebitnega čepljenja cevi uparjalnikov.

IJS je sodeloval pri pripravi osnutka zveznega pravilnika o izdelavi varnostnih poročil in druge dokumentacije, ki je potrebna za ugotavljanje varnosti jedrskih objektov. Objavljen je bil 18. novembra 1988 v Uradnem listu SFRJ 68/88.

IJS je sodeloval pri pripravi osnutka republiškega zakona o varstvu pred sevanji ter varnosti jedrskih objektov in naprav.

V tem letu je bila pripravljena že četrta izdaja angleško-slovenskega slovarčka izrazov iz jedrske tehnike. Slovarček je bil dopolnjen z novimi izrazi, tako da jih ima sedaj že več kot 2000.

Za usposabljanje strokovnih delavcev je bila predvidena udeležba na tečajih, ki jih prirejata MAAE in NRC. Tako se je en delavec IJS udeležil IAEA tečaja: "Probabilistic Safety Assessment for NPPs", dva delavca IJS pa sta se udeležila NRC serije tečajev o PWR tehnologiji.

V izobraževalnem centru za jedrsko tehnologijo na IJS je bil v letu 1988 organiziran tečaj Emergency Operating Procedures - Postopki v sili.

Drugo strokovno posvetovanje komisije za preverjanje znanja operaterjev jedrskih elektrarn je bilo v Portorožu od 14. do 16. septembra 1988. Teme posvetovanja so pokrivale dosedanje delo komisije, pregled licenc operaterjev, pregled pravilnikov in poslovnikov za delovanje komisije, pogoje za operaterje po svetu, vpliv človeškega faktorja v JE, predstavljena so bila nova obratovalna navodila za izjemne dogodke, prenos obratovalnih izkušenj na operaterje, petletni program dodatnega usposabljanja, usposabljanje vzdrževalnega osebja, program dela ICJT, radiološka zaščita in varstvo pri delu. Zadnji dan je bil namenjen izmenjavi izkušenj izpraševalcev, analizi možnosti za usposabljanje članov komisije in razmišljanju o bodočem delu komisije. V skladu z novim jugoslovanskim pravilnikom je bila konstituirana tudi nova komisija.

O ukrepih, ki jih sprejemajo v svetu za prepečevanje težkih nesreč je bila zbrana najnovejša dokumentacija ter obdelana v poročilu: Svet po Černobilu (IJS-DP-5318).

Vir: Letno poročilo Instituta "Jožef Stefan" za leto 1988 o dejavnostih, opravljenih v skladu z odločbo št. 1542, UL SRS št. 32/80, R4/BM-ZV/56, 2.3.1989
Poročilo IJS za leto 1988 o sistematičnem spremljanju, evidenci in analizi varnostnega stanja v jedrskih objektih in napravah jedrskega gorivnega kroga in republiških predpisov, usposabljanju kadrov doma in v tujini ter naukih iz ocen jedrske nesreče v Černobilu, Ljubljana 26.12.1988

Institut za metalne konstrukcije

- IMK je v delih za NE Krško v letu 1988 zlasti spremljal predelavo tesnilne plošče, zapiranje reaktorske posode in vstopnih odprtin primarne strani uparjalnika in pri pregledu dvizžnih naprav.
- Da bi ovrednotili rezultatov medobratovalnih preiskav na zvarih reaktorske posode jedrske elektrarne v Krškem je IMK analiziral radiograme glede napak, ki so ostale kot dopustne od izdelave posode.
- V posebni raziskovalni nalogi je bil obravnavan postopek vrednotenja morebitnih planarnih napak v tlačni meji reaktorske posode. Za aplikacijo linearno elastične lomne mehanike sta bila prirejena in uporabljena programa HEAT-C in SAP-84 z možnostjo analize napake povsod na reaktorski posodi, vključno s cevnimi priključki. Eksperimentalno je bila ob tej nalogi iz arhivskega materiala reaktorske posode določena lomna žilavost.

Vir: Letno poročilo Instituta za metalne konstrukcije v Ljubljani na področju jedrskih objektov za leto 1988, 101/R-Ho-NA, 2.3.1989.

3.7. RAZVOJ, RAZISKAVE IN PODPORNE DEJAVNOSTI JEDRSKI VARNOSTI

Pooblaščen organizacije del svoje dejavnosti usmerjajo v opravljanje neodvisnih varnostnih analiz in pri tem sprejemajo ter razvijajo in izpopolnjujejo kompleksne računalniške programe in modele, ki popisujejo jedrsko elektrarno Krško. V nadaljevanju je za leto 1988 opisana dejavnost Instituta "Jožef Stefan", ki ima na tem področju vodilno vlogo

Dejavnost IJS v letu 1988: po pogodbi med Republiško upravo za jedrsko varnost in Institutom "Jožef Stefan" je v letu 1988 Institut "Jožef Stefan" na podlagi letnega programa ukrepov za varstvo pred ionizirajočimi sevanji in jedrsko varnost sistematično spremljal, evidentiral in analiziral varnostno stanje v jedrskih objektih in napravah jedrskega gorivnega kroga, pripravljaj strokovne podlage za izdelavo in izpopolnitev zveznih in republiških predpisov, usposabljal strokovnjake doma in v tujini, analiziral nauke černobilske nesreče ter pripravil in izvedel 2. seminar za člane komisije RUJV za preverjanje usposobljenosti delavcev v jedrskih objektih. V nadaljevanju je pregled opravljenega dela.

SISTEMATICO SPREMLJANJE IN EVIDENTIRANJE STANJA VARNOSTI V JEDRSKIH OBJEKTIH IN NAPRAVAH JEDRSKEGA GORIVNEGA KROGA

- a) Seznam dokumentacije s področja jedrske varnosti tekoče dopolnjujejo z novo dokumentacijo, ki je vpisovana v računalniško vodeno bazo podatkov SDJV (seznam dokumentacije jedrske varnosti).

b) Za vzdrževanje računalniškega programa DIS sta bistveno pomembni vzdrževanje seznama dokumentacije s področja jedrske varnosti in odpravljanje skritih napak.

c) Podpisnikom sporazuma je IJS sproti pošiljal informacije in dokumentacijo, ki se nanaša na njihovo področje.

IJS je podpisnikom sporazuma pošiljal redna mesečna poročila o spremljanju varnosti v jedrskih elektrarnah in drugih jedrskih objektih in napravah v svetu. Končno poročilo vsebuje po tematiki urejena mesečna poročila, povzetek letnega poročila Ameriške jedrske uprave za leto 1987, povzetek letnega poročila Mednarodne agencije za atomsko energijo za leto 1987 ter prispevka Elektroiustituta "Milan Vidmar" in Instituta za metalne konstrukcije; (IJS-DP-5319).

č) V informacijski sistem INIS (International Nuclear Information System), ki ga je organizirala in ga sedaj vzdržuje MAAE, je vključenih 66 držav članic. Podatke prispeva tudi 14 mednarodnih organizacij (npr. NEA/OECD). Sistem INIS je pričel delovati leta 1970. V njem je trenutno zapisanih in primerno klasificiranih približno 950.000 dokumentov s področja miroljubne uporabe jedrske energije in tehnike.

INIS je skrbno pripravljena baza podatkov, katere mesečni prirastek je 6000 vpisanih in klasificiranih dokumentov.

Letos je IJS preko javnega telefonskega omrežja vzpostavil zvezo z računalnikom informacijskega sistema na Dunaju, kar omogoča iskanje strokovne literature v bazi podatkov INIS.

VERJETNOSTNE VARNOSTNE ANALIZE

IJS redno vzdržuje programe: FTA, COMCAN, MOCARS, FTAP2, IMPORT, PREP-KITT. Poleg tega so na osebnih računalniških programih: TREEMASTER, FTAP in MODULE za analizo dreves dogodkov. Za popraviljanje generičnih podatkov s specifičnimi je v uporabi program z dvostopenjskim Bayesovim algoritmom.

Na osebni računalniku sta tudi programa FRANTIC in MARELA, ki omogočata ocenjevanje nerazpoložljivosti zaradi testiranja in vzdrževanja.

RAZVOJ IN VZDRŽEVANJE RAČUNALNIŠKIH PROGRAMOV ZA VARNOSTNE ANALIZE SPLOŠNEGA POMENA NA IJS

a) Redno vzdržujejo že vgrajene in uporabne računalniške programe (ALMOD, RELAP4/MOD6, RELAP5/MOD1, TOODEE-2, WHAM, TURBINA, TURBPLANT, COBRA-IIIC, in TRAPSCO na VAX-750, CONTEMPT-LT-28 na CDC-CYBER in Relap5/Mod1-Cy25 na IBM).

- b) Po uspešnih dogovorih z US NRC o prenosu programa RELAP5/MOD2 je bil v septembru prejet trak s programom v verziji IBM (IJS-DP-5141). Na novo je bil predelan in vgrajen ter preizkušen RELAP5/MOD1 Cy025 na VAX na IJS (VAX-750, microVAX2, VAX-8650) in vneseni popravki do 29 cikla ter bil tako predelan vrnjen v NESC (IJS-DP-5355). Programa COBRA-IV in FRAPCON-2 so uspešno predelali iz CDC na VAX. Predelani verziji sta bili vrnjeni v knjižnico NESC.
- c) IJS spremlja spremembe v metodologiji varnostnih analiz velike izlivne nezgode, kot jo vsebuje ameriški predpis 10 CFR 50, App. K. Po novih predpisih, ki jih je pripravila USNRC, so ostale vse omejitve ob morebitni veliki izlivni nezgodi nespremenjene, poleg sedanje predpisane konzervativne metode preračunov je dovoljena nova realistična metoda, ki pa mora vsebovati oceno napak za vsak računski parameter.
- č) Za varnostne analize je bila dopolnjena podatkovna baza o izbranih sistemih JE Krško.
- d) Sodelovanje pri mednarodnih projektih za overitev računalniških programov je izredno pomembno za vzdrževanje in preverjanje strokovne ravni varnostnih analiz na mednarodni ravni. Po uspešnem sodelovanju v standardnih problemih IAEA, začelih v letu 1986, je bil IJS v letu 1987 povabljen k standardnim problemom OECD-NEA.
 - V standardni problem OECD ISP-22 je IJS vključen od novembra 1987. Do sedaj je bila dokončana izdelava modela tega problema, ki obravnava nezgodo z izpadom napajalne vode na poskusni napravi SPES v Italiji, ki pomeni trizančno tlačnovodno jedrsko elektrarno. Že narejeni model za RELAP5/MOD1 je bil po uspešni vgradnji RELAP5/MOD2 na VAX predelan tudi po novih zahtevah MOD2. Opravljen je bil že preračun nezgode s programom RELAP5/MOD2 do izpraznitve uparjalnikov (1800 sec). Raziskave se na IJS nadaljujejo, predvideni rok za oddajo pa so organizatorji zaradi težav, ki jih imajo pri izvedbi testov, prestavili v leto 1989.
 - V sodelovanju z USNRC so na IJS s precej truda predelali program RELAP5/MOD2 iz verzije IBM na VAX ter posredovali nazaj v USNRC, kar ni ostalo brez pozitivnega odmeva.
 - IJS redno vzdržuje že vgrajene in uporabne programe za trdnostne analize: SAP-IV in NONSAP. Poleg tega pa je izbiro orodij izpopolnil še z vgradnjo programa SAP6 na računalnik VAX ter z nakupom sistema za računalniško podprto projektiranje in inženirske analize (CAD/CAE) PAFEC.
 - Pri trdnostni analizi modifikacij cevovodov v NEK je bilo opaženo precejšnje zmanjšanje konzervativnosti v predpisih za projektiranje cevovodov (ASME III) v zadnjih letih. Analiziran je bil razvoj projektnih predpisov z varnostni razred 2 (ASME III) v letnikih 1973 do 1986, ugotovitve pa so strnjene v Dodatku B poročila "Alternativni preračun cevovoda RVHVS".

4. NADZOR RADIOAKTIVNOSTI V OKOLICI JEDRSKIH OBJEKTOV

V SR Sloveniji se meri radioaktivnost življenjskega okolja v celi republiki v okviru tako imenovanega republiškega programa po Pravilniku o mestih, metodah in rokih za preiskave kontaminacije z radioaktivnimi snovmi (Ur.list SFRJ št.40/86).

Radioaktivnost se v okolici jedrskih objektov nadzoruje v skladu s Pravilnikom o načinu, obsegu in rokih sistematičnih preiskav kontaminacije z radioaktivnimi materiali v okolici jedrskih objektov (Ur.list SFRJ št.51/86).

Vir: Radioaktivnost v življenjskem okolju v SR Sloveniji v letu 1988, Zavod SRS za varstvo pri delu, Ljubljana, marec 1989

4.1 NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO

4.1.1 Osnove

Redni radiološki nadzor Nuklearne elektrarne Krško vsebuje nadzor inventarja tekočih in plinastih emisij ob izvoru (Program B) ter neodvisen nadzor vnosa radionuklidov v širše okolje - imisij (Program A). Nadzorovano področje okolja obsega v prvi vrsti 12-kilometrski pas okoli objekta, kjer se pričakujejo najvišje vrednosti imisij in je mogoče najprej zaznati spremembe - pri reki Savi in podtalnicah pa je razširjen tudi na področje SRH od Jesenic na Dolenjskem do Podsuseda (sotočna razdalja od objekta 30 km). Kot referenčne točke, pomembne za nezgodno pripravljenost, zlasti pri detekciji zračnega prenosa joda in aerosolov, so v programu vsebovana tudi merilna mesta v SRH na večjih razdaljah (od 14 km do 27 km) v smeri proti Zagrebu ter v njegovi širši zahodni okolici (pasivni TL dozimetri v loku dolžine 45 km). Radiološka služba NEK stalno nadzoruje emisije po uvedenih rutinskih postopkih, ob dopolnilnih primerjalnih meritvah zunanjih pooblaščenih organizacij (interkomparacije, paralelne meritve reprezentančnih in drugih vzorcev): zunanje pooblaščenice organizacije: Institut "Jožef Stefan" (IJS) in Zavod za varstvo pri delu iz Ljubljane (ZVD) ter Institut Rudjer Bošković - Center za istraživanje mora (IRB) in Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada iz Zagreba (IMI) redno nadzorujejo imisije na podlagi letnega programa, ki ga je potrdila Strokovna komisija za jedrsko varnost (SKJV).

4.1.2 Rezultati nadzornih meritev (Program A)

Učinki splošne černobilske onesnažitve okolja z dolgoživejšimi radionuklidi kot tudi učinki njihove tehnološke koncentracije v lokalnih virih emisij (industrija z masovno predelavo onesnaženih surovin) so se med letom 1986, v splošnem ustalili na ravni druge polovice leta 1987 ali nekoliko nižjem, pri poljščinah pa v povprečju praktično padli na predčernobilsko raven. Prispevek k radioaktivni obremenitvi savske vode z umetnimi radionuklidi zaradi tekočih iztekov papirnice Videm je bil v letu 1988 glede na obdobje po 1986. letu znižan in vezan predvsem na suspendirano snov v vodi, opazen pa je bil 100 % skok naravnega radionuklida kalija-40. V splošnem so tako kot leta 1987 prispevki cezijeveh radionuklidov iz

iztekov papirnice, ki se do vstopa v elektrarno niso razredčili 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. Kljub temu je bilo mogoče posredno na podlagi spreminjanja razmerja obeh cezijeve izotopov v vzorcih oceniti prispevke NEK-a k obremenitvi. Po tej oceni je mogoče približno eno šestino v brežiški savski vodi ugotovljenih povprečnih letnih koncentracij cezijeve izotopov pripisati NEK-u, ostalo pa splošni, predvsem černobilski onesnažitvi okolja. Ob upoštevanju povečane koncentracije tritija, ki jo prispevajo izteke iz NEK-a, ter celoten jod-131, ki ga prispevajo NEK pa tudi bolnice, dobimo konzervativno oceno, da je tako izračunan prispevek NEK-a k letni obremenitvi referenčnega človeka zaradi potencialnega celoletnega pitja savske vode v Brežicah manj kot 0,0003 mSv/leto, kar je približno 40 % ocenjenega prispevka vseh umetnih radionuklidov in 1 % celotne obremenitve z naravnimi in umetnimi radionuklidi, ki bi jo referenčni človek dobil s celoletnim pitjem savske vode. Ta ocena za brežiško Savo je enaka kot leta 1987. Podobno, vendar nekoliko višjo vrednost obremenitve (0,0011 mSv/leto) dobimo tudi za Savo v Jesenicah na Dolenjskem. Za oceno povečanja efektivne doze referenčnega človeka zaradi uživanja savskih rib (36 kg/leto) iz toplega območja pod jezom NEK-a dobimo ob najbolj neugodni predpostavki (maksimalne izmerjene vrednosti, cela riba) za prispevek NEK-a vrednost 0,0032 mSv/leto, kar je manj kot 4 % celotne obremenitve ki bi jo prejel referenčni človek zaradi uživanja tako velikih količin rib. V povprečju se ribe, k so do leta 1986 pomenile kritično prenosno pot za emisije NEK-a preko prehranske verige, tudi v letu 1988 bistveno ne razlikujejo po vsebnosti obremenjujočih cezijeve od preostale beljakovinske hrane- obremenitev zaradi prisotnosti celotnega (predvsem černobilskega) cezija, pa je padla pod obremenitev, ki jo povzroča vsebnost naravnega radionuklida kalija-40.

Neodvisna modelna ocena efektivne doze najbolj izpostavljenega posameznika iz potencialno kritične skupine brežiških prebivalcev za pričakovane prenosne poti tekočih iztekov preko Save, ki temelji na mersko ocenjenem razredčitvenem faktorju v Savi in inventarju letnih izpustov NEK-a (mesečna poročila NEK-a za leto 1988), daje efektivno dozo 0,0006 mSv/leto. Doza je primerljiva z dozo iz leta 1987 ob manj ugodnem razredčitvenem faktorju v Savi in hkrati nižjih letnih emisijskih vrednosti NEK-a za pomembnejše radionuklide.

Vodovod Brežice je v vseh letih obratovanja NEK-a (od 1982. leta) 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 NEK-a preko savske vode. Izmerjeni prispevek celotnega tritija iz brežiškega starega črpališča k letni obremenitvi odraslega prebivalca zaradi pitja te vode je bil v letu

OPOMBA : Vse navedene vrednosti letnih doz v mili Sievertih na leto (mSv/leto) veljajo za količino, ki jo definiramo kot "50-letno predvideno efektivno ekvivalentno dozo"

1988 enak kot leta 1987 in je znašal 0,00007 mSv/leto, pri čemer je ocenjen prispevek NEK-a približno polovica te vrednosti (0,00003 mSv/leto). Po drugi strani pa je brežiško črpališče zaradi neposrednejše povezave s padavinami tudi v letu 1988 kazalo izrazitejše kot druga črpališča nekoliko povišanja vrednosti cezijeve izotopov, ki jih prinaša topljivejši del črnobilskega useda. Kljub temu delež vseh umetnih radionuklidov v vodovodni vodi v letu 1988 ni prispeval več kot 3 % (0,0002 mSv/leto) k skupni obremenitvi z naravnimi in umetnimi radionuklidi. Nadzorne vrtine v naplavinah samoborskega področja so v letu 1988 pokazale podoben vpliv splošnega onesnaženja, pri čemer ni bilo mogoče nedvoumno določiti, ali se v njih zazna vpliv NEK-a (tritij).

Imisijske meritve aerosolov niso zaznale vplivov plinastih emisij NEK-a. Ocene, narejene na podlagi inventarja emisij (mesečna poročila NEK-a za leto 1988), in najneugodnejšega mesečnega razredčitvenega faktorja za smer jugojugovzhod ter razdaljo 1,2 km (meteorološko poročilo MMZ), so dale zanemarljive vrednosti za dozo zaradi inhalacije (0,000014 mSv/leto) in dozo zaradi zunanjega sevanja iz zraka (0,000009 mSv/leto) s skupno vrednostjo 0,000023 mSv/leto. Nadzorne meritve I-131, opravljane neprekinjeno na šestih krajih v okolici NEK, so zaznale I-131 nad spodnjo detekcijsko mejo v 2. in 4. mesecu ter v drugi polovici 10. meseca, vendar pa v celoti pod nadzorno mejo, ki ustreza pogojni celoletni ščitnični dozi 0,0004 mSv.

Doza zaradi zunanjega sevanja, merjena na 50 krajih okoli NEK-a s termoluminescenčnimi dozimetri vse leto je pokazala povprečno vrednost 0,960 mSv/leto, ki je za 60 % več kot pred črnobilsko onesnažitvijo in je primerljiva z dozo v letu 1986, ko so bile višje poaprilske vrednosti, nadomeščene z nižjimi prispevki v prvih štirih "predčrnobilskih" mesecih. Opažena večja lokalna odstopanja od povprečne vrednosti razlagamo z zelo neenakomerno porazdelitvijo črnobilskega onesnaženja in ne vplivom NEK-a, pri čemer so se odstopanja v letu 1988 v primerjavi s preteklim letom nekoliko zmanjšala, domnevno na račun prodiranja črnobilskega cezijevega useda v globlje plasti zemlje. Opravljena vzporedna merjenja sorazmerno (aliquotno) sestavljenih reprezentativnih vzorcev tekočih iztekov NEK-a (iz poglavja B programa) kažejo pri obeh najpomembnejših radionuklidih (H-3, Cs-137) zadovoljivo ujemanje z "emisijskimi vrednostmi" in manj zadovoljivo pri preostalih radionuklidih. Rezultati vzporednih periodičnih meritev plinastih izpustov žlahtnih plinov in joda ne dajejo osnove za popravke ocenjenih doz. Opravljene interkomparacijske meritve tekočih vzorcev so pokazale dobro ujemanje, plinastih pa sprejemljivo. V vseh opravljenih meritvah nadzora iz poglavja programa B ni bilo zaslediti podatkov, ki bi lahko pomembno spreminjali oceno obremenitev zaradi plinastih in tekočih emisij.

4.1.3 Sklepne ugotovitve

Vse ugotovljene in kvantitativno ocenjene obremenitve okolja zaradi emisij Nuklearne elektrarne Krško so bile pod upravno dopuščenimi mejnimi vrednostmi. Ocenjene obremenitve posameznikov iz privzetih kritičnih skupin prebivalstva, narejene tako iz posredno ocenjenih imisijskih vrednosti kot računsko-modelno na podlagi podatkov letnih emisij NEK-a, pa dajejo v letu 1988 vrednosti efektivne

doze, manjše od 0.010 mSv/leto oz. manjše od 0,5 % letne doze, ki jo v svetovnem povprečju prejme človek v normalno obremenjenem okolju od naravnih in umetnih virov. Ob upoštevanju povišane vrednosti splošne onesnaženosti po letu 1986 pa je ta prispevek relativno še nižji.

4.1.4 Nadzor emisij (Program B)

Meritve nadzornega dela programa B so razvrščene:

- na primerjalne rutinske meritve tekočih in plinastih izpustov radiološkega laboratorija NEK z meritvami neodvisnih merilnih sistemov in moštrev;
- nadzorne specifične meritve elementov, ki jih NEK rutinsko ne opravlja (Sr-90/89, H-3 in C-14 v plinastih izpustih, Pu-239/240 in Pu-238 v tekočinah;
- določanje povprečnih tekočih izpustov na podlagi analiz alikvotno sestavljenih reprezentančnih mesečnih vzorcev izpustnih rezervoarjev (WMT);
- na dodatne meritve na izvoru plinastih iztekov (IMI, IJS) in tekočih iztekov na bistveni vodi (IRB).

Primerjalne meritve plinastih in tekočih vzorcev je izvajala mobilna enota pri IJS na terenu ali pa so bile opravljene v laboratorijih IJS. Občasne meritve izpuha iz NEK je opravljal IMI. Ujemanje med meritvami NEK in neodvisnih laboratorijev je na meji sprejemljivosti.

V prihodnosti bo treba izboljšati način jemanja vzorcev in bolje sodelovati pri interkomparacijskih meritvah.

Vir: Meritve radioaktivnosti v okolici Nuklearne elektrarne Krško, Poročilo za leto 1988, Institut Jožef Stefan, Ljubljana, marec 1989

4.2 REAKTORSKI CENTER V PODGORICI

Reaktorski center v Podgorici vključuje več funkcionalno ločenih objektov, v katerih so, se uporabljajo, predelujejo ali shranjujejo radioaktivne snovi. To so reaktor TRIGA (250 kW), laboratoriji za jedrsko kemijo, vroča celica in prehodno skladišče nizko in srednjeaktivnih radioaktivnih odpadkov za male uporabnike v SR Sloveniji. Zaradi nizkih izpuščenih aktivnosti v okolje (potencialno pomembna so le izpuščanja Ar-41 v atmosfero iz prezračevalnega sistema reaktorske hale ter radioaktivne snovi v tekočih odplakah iz Odseka za jedrsko kemijo) so podlaga za oceno vplivov na okolje meritve emisij (na izvoru). Dodatne meritve nekaterih imisijskih količin služijo predvsem za potrditev emisijskih ocen in pa za identifikacijo morebitnih vplivov zunanjih onesnaževalcev (kot je npr. bila radioaktivna kontaminacija iz Cernobila).

Doza je bila določena na podlagi emisijskih vrednosti, modelov razširjanja v okolju in dozimetričnih faktorjev. V obeh primerih je konzervativno določena doza na posameznika iz prebivalstva velikostnega reda 0.001 mSv/leto.

Vir: Poročilo o nadzoru radioaktivnosti v okolici
Rektorskega centra v Podgorici v letu 1988, Institut
Jožef Stefan, Ljubljana, 5.4.1989

5. NIZKO- IN SREDNJerADIOAKTIVNI ODPADKI

Človek pri vseh svojih aktivnostih v življenjskem okolju proizvaja tudi odpadke, ki jih je treba čimbolj neboleče vrniti nazaj v okolje. Odpadki so problem vsake civilizirane družbe, ker se dolga desetletja ni posvečala prava pozornost njihovem varnemu odlaganju. V sedanjem času pa je ta problem dobil močno negativen prizvok v družbi, kar otežuje njegovo reševanje, čeprav je nesporno, da je vsak odpadke nenevaren za okolje le, če je strokovno predelan in varno odložen.

Z razvojem in uporabo radioaktivnih snovi in še posebno jedrskih materialov v energetiki, znanstvenoraziskovalnem delu, industriji in medicini je nastala in še vedno nastaja določena količina radioaktivnih odpadkov. Radioaktivni materiali, ki se ne dajo več uporabiti, postanejo odpadki, ki jih je treba odstraniti iz človekovega okolja, dokler njihova radioaktivnost lahko škodljivo vpliva na človeka. To pa lahko dosežemo, če so odpadki nadzorovano odloženi. Namen odlagališča radioaktivnih odpadkov je torej odložitev radioaktivnih odpadkov tako, da zagotavlja, da ne bodo škodljivo vplivali na človeka v sedanjem času in v prihodnosti.

Učinkovita zaščita okolja se lahko zagotovi z upoštevanjem osnovnih pravil zaščite pred sevanji, pravilnim načrtovanjem in uporabo primernih metod za predelavo, rokovanje in odlaganje odpadkov.

Pri načrtovanju odlagališča moramo predvsem

- izbrati primerno lokacijo z naravnimi lastnostmi, ki preprečujejo širjenje radioaktivnosti v okolje,
- predelati odpadke v stabilno obliko in
- uporabiti umetne ovire proti gibanju radioaktivnih snovi.

Cilj mora biti primerna izolacija odpadkov od človekovega okolja.

Radioaktivne odpadke običajno delimo na:

- nizko- in srednjeradioaktivne in
- visokoradioaktivne

Pri obratovanju jedrske elektrarne v Krškem nastajajo v procesu nizko- in srednjeradioaktivni odpadki, ki se v predelani stabilni obliki skladiščijo v sami elektrarni, v začasnem skladišču. Te vrste radioaktivni odpadki nastajajo še v bolnicah, raziskovalnih ustanovah in industriji. Izrabljeno jedrsko gorivo, ki ga določeno količino vsako leto odstranijo iz reaktorja, samo po sebi še ni radioaktivni odpadke, dokler se ne predela z namenom recikliranja cepljivega urana in plutonija. Pri tej predelavi pa dobimo visokoradioaktivne odpadke. Če se odločimo, da izrabljenega goriva ne bomo poslali v predelavo, potem je tudi to odpadke.

V svetu rešujejo dokončno odlaganje nizko- in srednje radioaktivnih odpadkov na dva načina:

- s plitvim pokopavanjem
- z odlaganjem v tunelih

Pregled svetovne prakse odlaganja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov je v tabeli 5.1.1

Način odlaganja je odvisen od geološke sestave tal. Plitvo pokopavanje je primerno v glinasto lapornih formacijah, medtem ko je odlaganje v tunelih primerno v granitnih formacijah. Gline in laporji oziroma graniti so naravne ovire za migracijo radionuklidov. Zelo pomembna tehnična ovira pred onesnaženjem (bariera) je odlagalna enota (vsebnik) iz armiranega beton, v kateri so sodi zaliti z betonom. V sodih so odpadki prav tako zaliti z betonom. Tako je dosežena integriteta, zaščita pred sevanjem, zmanjšana pa je možnost za migracijo radionuklidov.

Pri obeh načinih odlaganja je poskrbljeno, da se vsa drenažna voda nadzorovano zbira in nadzoruje, tako da je preprečeno kakršnokoli nenadzorovano uhajanje radionuklidov. Pri reševanju trajnega odlaganja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov iz NE Krško in drugih virov iz SR Slovenije se enakovredno proučujejo vse navedene možne rešitve:

- graditev odlagališča v Sloveniji ali Hrvaški;
- odlaganje v drugih delih Jugoslavije;
- izvoz v druge države.

Kljub družbenemu dogovoru, ki so ga sklenile vse republike, aktivnosti, ki so v njem predvidene, v glavnem niso bile uresničene. Zaradi ustavljenega jugoslovanskega jedrskega energetskega programa ni pričakovati, da bi se druge republike poleg SR Slovenije in SR Hrvatske odločile za graditev centralnega odlagališča na svojem območju. Kljub temu bo ta možnost še naprej enakovredno obravnavana. Vsi odgovorni organi in organizacije bodo še naprej iskali tudi možnosti za odlaganje radioaktivnih odpadkov zunaj Jugoslavije v državah, ki bi to ponudile v skladu z mednarodnimi sporazumi in normami, pod varstvom specializiranih agencij pri Organizaciji združenih narodov. V letu 1986 je bila na podlagi že obstoječih podatkov opravljena prostorsko geološka inventarizacija ozemlja SR Slovenije. Pri tem delu so sodelovali Geološki zavod Ljubljana, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Biotehniška fakulteta ter Skupina za oceno posegov v prostor Instituta "Jožef Stefan" iz Ljubljane.

Najprej je bilo identificiranih več kot 320 geološko ustreznih območij z uporabo litoloških, hidrogeoloških in seizmotektonskih kriterijev. Z uporabo dodatnih geoloških kriterijev se je število zmanjšalo na 131, ki so jih nato združili v skupine in z dodatnimi prostorskimi kriteriji njihovo število zmanjšali na 39. Izmed teh je NE Krško kot investitor po samoupravnem sporazumu podrobneje

analizirala prvih 5 lokacij.

Dozdaj so bili za izločanje neprimernih območij uporabljeni le nekateri od tehničnih kriterijev. Skupina za oceno posegov v prostor - SEPO je izdelala metodo in kriterije za izbor lokacije, ki bodo uporabljeni v vsej Sloveniji. S tem bo stekel proces izbora lokacij, katerega rezultat bo predlog najugodnejših lokacij.

Iz povedanega je jasno razvidno, da izbora lokacij, ki bi upošteval vse kriterije, še ni bilo. Zaradi predhodnih "kabinetnih" raziskav, ki so bile potrebne za razvoj metode za izbiranje lokacij, so za nekatera območja sicer bile opravljene podrobnejše raziskave, kar pa ne bo prejudiciralo procesa izbora lokacije po metodi in kriterijih, ki jih je izdelal SEPO.

Predhodna dela za zagotovitev odlaganja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov potekajo vzporedno v SR Sloveniji in SR hrvatski. Izvršna sveta skupščin obeh republik se zavedata pomembnosti te akcije, zato je bila za usklajevanje teh aktivnosti ustanovljena Medrepubliška koordinacija, ki jo vodita podpredsednika izvršnih svetov.

Vir: Informacija o reševanju problema odlaganja nizko- in srednjeradioaktivnih odpadkov. Gradivo pripravljeno za Posvet o načinih reševanja problematike odlaganja srednje in nizko radioaktivnih odpadkov, ki sta ga sklicala Komisija za varstvo človekovega okolja in Skupina delegatov vseh zborov za spremljanje uresničevanja planskih aktov Skupščine SR Slovenije dne 24.04.1989.

Tabela 5.1.1: PREGLED SVETOVNE PRAKSE OBRAVNAVE NIZKO- IN SREDNJRADIOAKTIVNIH
ODPADKOV IZ JEDRSKIH ELEKTRARN

DRŽAVA	ŠTEVILO JEDR. DELUJOČIH	REAKTORJEV V GRADNJI	OCENJENA KOLIČINA PO 30 LETIH OBRAT: ZA ODLAGANJE NIZKO- IN SREDNJRAD. RAO (m3)	PRAKSA IN NAČRTI					
				A	B	C	D	E	F
ARGENTINA	2	1	22,000	x	x				
BELGIJA	7	0	63,250	x	x	x			
BRAZILIJA	1	1	22,000						
BOLGARIJA	5	2	41,250	x					
KANADA	18	4	198,000	x	x	x	x		
KITAJSKA	0	3	3,300				x		
KUBA	0	2	4,950						
ČESKOSLOVAŠKA	8	8	66,000	x		x			
FINSKA	4	0	27,500	x		x			
FRANCIJA	55	9	687,500	x	x		x		
NEMČIJA NDR	5	6	60,500						x
NEMČIJA ZRN	23	2	266,750	x	x				x
MADŽARSKA	4	0	19,250	x		x			
INDIJA	6	8	27,500	x	x	x	x		
IRAN	0	2							
ITALIJA	2	0	35,750	x	x		x		
JAPONSKA	38	12	357,500	x	x		x	x	
KOREJA (JUŽNA)	8	1	88,000				x		
MEHIKA	0	2	16,500						
NIZOZEMSKA	2	0	5,500	x		x		x	
PAKISTAN	1	0	1,650						
POLJSKA	0	2	11,000	x					
ROMUNIJA	0	5	24,750	x	x				
JUŽNA AFRIKA	2	0	22,000			x	x		
ŠPANIJA	10	0	82,500	x	x	x			
ŠVEDSKA	12	0	110,000	x					x
ŠVICA	5	0	33,000	x	x				x
TAJVAN	6	0	55,000						
VELIKA BRITANIJA	40	2	96,250	x	x	x			
ZD AMERIKE	108	7	1,200,000	x	x		x		
SOVJETSKA ZVEZA	56	26	715,000	x			x		
JUGOSLAVIJA	1	0	5,500	x		x			
SKUPAJ	429	105	4,369,650						

Legenda:

- A.....RAO obdelani, pakirani in shranjeni
- B.....delno sežiganje
- C.....načrtovano končno odlagališče
- D.....RAO obdelani, pakirani in zakopani
- E.....načrtovano ali proučevano odlaganje v oceanu
- F.....končno odlagališče zgrajeno ali locirano

VIR: MEDNARODNA AGENCIJA ZA ATOMSKO ENERGIJO,
IAEA News Features, št.2, Dunaj, 20.5.1988

6. MEDNARODNO SODELOVANJE

Multilateralno sodelovanje na področju energije se odvija preko Mednarodne agencije za atomsko energijo v vseh oblikah tehnične pomoči, stipendij, udeležbe na tečajih, seminarjih in konferencah, izmenjavi ekspertov, sodelovanju na tehničnih komitejih in podobno. Organizacija regionalnih tečajev Agencije v SR Sloveniji je pogosta in izredno koristna oblika izmenjave strokovnih izkušenj ter usposabljanja domačih strokovnjakov, ki jo koristijo naše vodilne raziskovalne inštitucije, najpogosteje Institut "Jožef Stefan".

Multilateralno sodelovanje z državami SEV na področju jedrske energetike je v primerjavi z drugimi republikami v SR Sloveniji manjše in v glavnem s temi državami sodeluje NE Krško v Komisiji SEV za jedrske elektrarne.

Bilateralno sodelovanje pri izmenjavi informacij o varnosti jedrskih elektrarn imamo urejeno z ameriško Jedrsko upravno komisijo (NRC - Nuclear Regulatory Commission) s sporazumom med Zveznim komitejem za energetiko in industrijo ter NRC. V SR Sloveniji skrbi za izmenjavo informacij o varnosti Institut "Jožef Stefan", ki opravlja vlogo koordinatorja in posredovalca informacij vsem zainteresiranim organom in organizacijam. V skladu s sporazumom se odvijajo tudi raziskave za varnost jedrskih elektrarn, ki so pomembne za obe strani, predvsem je v tem okviru vredno omeniti preverjanje računalniških programov za analiziranje jedrskih nezgod in nesreč.

Pripravlja se sklenitev dvostranskega sporazuma med Republiko Avstrijo in SFR Jugoslavijo, ki bo zajel celotno področje varstva okolja, skupnega za obe državi. Vključena bodo vprašanja obveščanja ob morebitni jedrski nesreči in druga vprašanja jedrske varnosti in varstva pred ionizirajočimi sevanji, ki jih obravnavajo mednarodne konvencije. Meddržavni sporazum bo tako dopolnjeval že sedaj obstoječe oblike medsebojnega sodelovanja.

6.1 Mednarodna agencija za atomsko energijo;

- Nadaljujejo se stiki in sodelovanje v okviru projekta tehnične pomoči YUG/9/018 "Reactor Safety Studies" in YUG/9/022 "Radiation Protection".
- V okviru teh projektov so v letu 1988 delali na IJS naslednji eksperti, ki jih je angažirala MAAE:
 - G. Fuls (privatni konzultant, ZDA): Preračuni velike izlivne nezgode,
 - T. Perez (Empressario Agrupados, Španija): Tehnične specifikacije
 - J. Chao (EPRI, NSAC, ZDA) prehodni pojavi,
 - J. Izquierdo (Consenho de seguridad nuclear, Španija): "Non LOCA" tranzienti,
 - W. Brinsfield (ZDA) Podatkovne baze za verjetnostne varnostne analize.

a/ vabljeni predavanji v Winfrithu in v Culchethu (UKAEA-SRD) ter obisk jedrskih institucij v Angliji, kjer so predstavili novosti na projektu Sizewell, njihove zmogljivosti za varnostne analize in eksperimentalne naprave. Rezultat tega obiska je bilo vabilo za sodelovanje IJS pri OECD standardnem problemu ISP-25.

b/ IJS je navezal stike in obiskal Institut "Paul Scherrer" v Wurelingnu, Švica, kjer se ukvarjajo eksperimentalno in analitično z vprašanji nezgodnega prenosa toplote.

c/ Vzpostavljeni so bili intenzivnejši stiki z Univerzo v Erlangnu, ZRN.

Izdelano je bilo letno poročilo o dejavnostih na področju varnosti v SRS v letu 1987 za potrebe RUJV v angleškem jeziku. Izvodi poročila so bili poslani tudi upravnim organom v tujini in nekaterim strokovnim institucijam, s katerimi imamo vzpostavljeno redno sodelovanje (IAEA, NRC, ISPN, itd.).