

**LABORATORIJA ZA ZAŠTITU OD ZRAČENJA I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE
"Z A Š T I T A"**

Grupa za dekontaminaciju i intervencije i sakupljanje RAO



CS06RA170

M.Mandić, Ž.Vuković, S.Lazić, I.Plećaš, A.Voko

ZAŠTITA OD ZRAČENJA KOD REAKTORA RA U 1995.GODINI

**Deo II: DEKONTAMINACIJA I INTERVENCIJE, SAKUPLJANJE TEČNIH
EFLUENATA I ČVRSTIH RADIOAKTIVNIH OTPADNIH MATERIJALA**

V i n ċ a

decembar 1995.god.

DEKONTAMINACIJA, INTERVENCIJA, SAKUPLJANJE I OBRADA RADIOAKTIVNIH OTPADNIH MATERIJALA

U toku eksploatacije reaktora "RA" nastaju radioaktivne otpadne materije, čija količina zavisi od režima rada reaktora, remontnih poslova i aktivnosti koje se obavljaju. Tokom remonta kao i pri akcidentima nastaju otpadne materije neuobičajeno velikih gabarita i količina u odnosu na RAO koji nastaje pri normalnom radu reaktora. Njihova količina zavisi direktno od obima i vrsti remontnih operacija i obima dekontaminacije kontaminiranih predmeta, alata, opreme, radnih mesta i sl. Prema najnovijoj klasifikaciji IAEA svrstavaju se u grupu specijalnih otpadnih materija, a za njihovo rukovanje i preuzimanje potrebna je posebna stručna priprema i planiranje kod svakog slučaja posebno.

Čvrsti radioaktivni otpadni materijali u zavisnosti od porekla po sastavu mogu biti kontaminirane PVC, LATEX ili neoprenske rukavice, vata, filter, hartija, PVC folije, neoprenska guma, drvo, islužene jono-izmenjivačke smole(sagorivi čvrsti otpadni materijali, od kojih je najveći deo i presibilan), alat, delovi opreme, metalne cevi (nepresibilan, nesagorivi RAO) i sl.

Tečni otpadni materijali nastaju pri dekontaminacionim radovima, raznim operacijama u bazenima za odležavanje i sečenje gorivnih elemenata, ispiranju kontaminiranih sudova i sl. Nastali otpadni materijali se razvrstavaju i pakuju na mestu nastanka prema odgovarajućim propisima u skladu sa principima zaštite od zračenja i aspekta bezbednosti u cilju minimizacije nepotrebnog ozračivanja ljudstva za preuzimanje, kontrolu, transport, naknadnu obradu RAO i dekontaminaciju.

Pri svim operacijama, (dekontaminacija, remont, kontaminirani otpadni materijali velike zapremine i sl.), stručna služba Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine "Zaštita" pruža stručne konsultacije i pomaže pri planiranju operacija vezanih za remont, razvrstavanje i pakovanje otpadaka u odgovarajuće kontejnere, preuzimanju specijalnih vrsta otpadnih materija, identifikaciji kontaminanata, vezane i prenosne kontaminacije i sl.

Poslednjih nekoliko godina prekinuta je normalna aktivnost reaktora RA i zamenjena remontnim poslovima u okviru velikog projekta remonta reaktora u saradnji sa IAEA. Istovremeno, zbog specifičnih okolnosti u kojima se nalazila naša zemlja, ovi poslovi su u određenim fazama prolongirani. Shodno tome i količine RAO variraju u zavisnosti od trenutnih poslova koji se mogu obaviti. U narednom periodu sa reaktiviranjem programa i poslova očekuje se znatno povećanje priliva RAO.

Rad ekipe za dekontaminaciju i intervenciju
na reaktoru "RA" u 1995.godini

Ekipa za dekontaminaciju, intervenciju i sakupljanje čvrstih radioaktivnih otpadnih materija formirana je 1959.godine za potrebe intervencija, dekontaminacija i sakupljanja radioaktivnih otpadnih materijala na reaktoru RA, reaktoru RB i drugim istraživačkim laboratorijama koje proizvode (HOT laboratorija) ili rade sa radioaktivnim izotopima. Ova ekipa od osnivanja do danas nalazi se u sklopu Laboratorije za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine "Zaštita". S obzirom na veliko stručno iskustvo, bogatu praksu i vrhunsku mernu instrumentaciju i zaštitnu opremu, ova ekipa obavlja poslove po pozivu i u drugim institutima i institucijama u celoj zemlji. U toku redovnog radnog vremena Instituta, ekipa ima stalno dežurstvo za slučaj akcidenta i potrebe intervencije, a van redovnog radnog vremena razradjen je sistem obaveštavanja saradnika koji su obavezni da dodju na mesto intervencije u što je moguće kraćem roku.

Zbog posebnih uslova rada, nabavljena je specijalna zaštitna oprema za ljude koji vrše dekontaminaciju. Obezbedjeni su skafanderi, gas maske sa visokoefikasnim filtrima za uklanjanje radioaktivne prašine kao toksičnih para organskih rastvarača.

Zavisno od prirode akcidenta i materijala izrade kontaminiranih površina, odabira se sredstvo za dekontaminaciju koje mora da zadovolji uslove što manjeg oštećenja kontaminiranih površina, što efikasniju dekontaminaciju i najjednostavniji postupak dalje obrade radioaktivnih otpadnih materija nastalih u procesu dekontaminacije.

Površine, predmeti i oprema koji se koriste na reaktoru "RA" izradjeni su od materijala sa definisanim kvalitetom i to najčešće: nerđajući čelik, beton, keramika, polivinil, staklo, guma, epoksi smole i sl. Ovako strukturno i hemijski različiti materijali izloženi dejstvu kontaminanata u procesu kontaminacije pod dejstvom različitih fiziko-hemijskih procesa karakterističnim za datu površinu zahtevaju da se u praksi razvijaju i primenjuju različite metode za dekontaminaciju. Najčešće se koriste hemijske metode upotrebom rastvora koji u svoju formulaciju uključuju: a) neorganske kiseline sa oksidacionim agensima u različitim koncentracijama, b) kompleksirajući agensi, c) površinski aktivne materije (specijalne i deterdženti), d) organski rastvarači.

U tabeli 1. dat je pregled dekontaminabilnosti pojedinih materijala u funkciji formulacije (a,b,c,d) dekontaminacionog sredstva.

Tabela 1.

M a t e r i j a l	Dekontaminaciona sredstva			
	a	b	c	d
Nerdjajući čelik	++	+	+	-
Beton	--	--	-	--
Keramika	0	-	0	-
Staklo	++	+	+	++
Polovinil	+	0	0	-
Epoksi smole	+	-	0	-
Guma	+	+	+	+

Simboli: ++ jako dobro
 + dobro
 0 srednje
 - slabo
 -- zanemarljivo

Uputstva za način dekontaminacije, izbor sredstava za dekontaminaciju vrši jedan od stručnjaka sa visokom stručnom spremom iz grupe za obradu radioaktivnih otpadnih materija i zaštitu voda, a koji su autori ovog izveštaja.

U toku 1995.godine na reaktoru RA je u sklopu redovnih remontnih aktivnosti sakupljeno 1,2 m³ čvrstog RAO i 0,8 m³ tečnog RAO. Radiohemijskom analizom briseva utvrđena je prenosna kontaminacija koja potiče od ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs, ³H, ¹⁵²Eu, ¹⁵⁴Eu, promenljive aktivnosti koja je zavisila od kvaliteta i stanja površine korišćenog materijala, geometrije i mesta u reaktorskom sistemu. Pojedini delovi imali su prenosnu kontaminaciju preko 100.000 Bq po 100 cm² površine.

Radiometrijski sastav tečnih efluenata koji je prikupljen tokom remontnih operacija i dekontaminacije predmeta i radnih površina, čine uglavnom izotopi ⁶⁰Co, ¹⁵²Eu i ¹⁵⁴Eu i u manjoj meri izotopi ¹³⁷Cs i ³H.

U proteklom periodu izvršeno je više intervencija po pozivu. Obavljene su dekontaminacije alata i delova iz remonta vruće komore, a zatim radnih površina prostorija koje su se koristile za radiohemijske operacije i smeštaj kontaminiranih predmeta, reaktorskog alata i prostorije i sistema uparivača teške vode i akcidentalno kontaminirane prostorije. Delovi manjeg gabarita su dekontaminirani u prostorijama za dekontaminaciju laboratorije za zaštitu od zračenja od strane stručne službe za dekontaminaciju i intervencije. Ukupno je dekontaminirano 80 m² radne površine i 54 komada alata i delova sistema.

Poslednja merenja nivoa tečnih RAO rastvora u VR bazenima pokazala su da se u VR₁ bazenu nalazi oko 266 m³ tečnog RAO specifične aktivnosti 3,0x10⁴ Bq/ml a u VR₂ bazenu oko 32 m³ efluenata specifične aktivnosti 4x10³ Bq/ml. Topografija zračenja skladišta čvrstih RAO materija data je u prilogu.

Transport RAO

Za transport uobičajenih otpadnih materijala, koriste se električno transportno vozilo tipa "Kareta" i specijalno vozilo registrovano za transport RAO. Otpadni materijali velikog gabarita, prenose se specijalnim viljuškarom koji se koristi dalje u novoizgrađenom privremenom skladištu čvrstog RAO.

Obrada RAO i razvoj novih metoda

Sakupljeni otpadni materijali nisu u formi pogodnoj za konačan smeštaj, već se naknadno obrađuju. Završni radovi na opremanju postrojenja za tretman čvrstih radioaktivnih otpadnih materijala, još traju zbog otežanih finansijskih uslova i nemogućnosti nabavke iz inostranstva. U narednom periodu očekuje se reaktivacija Projekta RAO u saradnji sa IAEA, i otklanjanje većeg dela teškoća sa kojima smo bili suočeni poslednjih 4-5 godina.

Poseban deo u sklopu postrojenja za preradu tečnog RAO, radiohemijska laboratorija i merna soba aktivno su korišćeni u toku 1995.godine za razvojno istraživačke aktivnosti u oblasti obrade RAO.

Od merne instrumentacije koriste se sledeći instrumenti za merenje i identifikaciju aktivnih komponenti:

Spisak opreme za radiohemijska merenja

1. Višekanalni analizator, CANBERRA Series 90;
2. Prenosni višekanalni analizator, CANBERRA Series 10;
3. Detektori za višekanalne analizatore: prenosni koaksijalni čisti Ge detektor, NaJ detektor i vakuum alfa komorom sa SSB detektorom;
4. Alpha/Beta System, CANBERRA Model 2400;
5. Tečni scintilacioni brojač, LKB model Rackbeta Spectral 1219;
6. Više digestora i boksova sa ventilacijom;
7. Laboratorijske potpuno opremljene prostorije;
8. Kompjuteri IBM PC AT.

Spisak opreme za fizičko-hemijsku analizu

1. Atomski apsorpcioni spektrofotometar, PERKIN-ELMER, Model AAS 703;
2. Luminescentni spektrofotometar, PERKIN-ELMER Model LS5;
3. Diferencijalni termalni analizator, PERKIN-ELMER, Model DTA 1700 sa System 774 Thermal Analysis Controller;
4. Kontrolna kompjuterska jedinica, PERKIN-ELMER DATA STATION 3600 sa printerom i ploterom;
5. Gasni hromatograf, PERKIN-ELMER GC 8310 B;
6. Mikro vaga, PERKIN-ELMER AD 2B Autobalans;
7. Analitička vaga, METTLER;
8. Tehnička vaga, METTLER;
9. Sita za granulometrijsku analizu zemljišta;
10. pH metar, BECKMAN Model 3550;

11. pH metar, BECKMAN Model Zeromatic SS-3;
12. pH metar, BECKMAN, prenosni, Model Chem-Mate;
13. Konduktometar, IBV Ljubljana, Model MA 5960;
14. Univerzalni RLC most, ISKRA Kranj, Model MA 4302;
15. Temperaturski instrument, ISKRA Kranj, Model BLO 30;
16. Magnetne mešalice sa temperaturnom regulacijom (3 kom.), TEHTNICA Model MM-510;
17. Sušnice (2 kom.);
18. Centrifuga, JANETZKI Model K 23;
19. Centrifuga, BREMSE Model T 52;
20. Titrator, RADIOMETAR;
21. Peć za žarenje, HERAEUS od 1200°C.

U Laboratoriji za zaštitu od zračenja i zaštitu životne sredine "Zaštita" su razvijeni fundamentalni postupci za ispitivanje mehaničkih i fizičko-hemijskih karakteristika solidifikovanih medija koje propisuje IAEA i to:

- otpornost na lomljenje,
- otpornost na pritisak,
- odredjivanje koeficijenta permeabilnosti,
- HESPE-ov postupak za odredjivanje brzine izluživanja radionuklida (LEACHING faktor),
- LEAKAGE faktor (ispitivanje brzine procurivanja) i niz drugih postupaka,

koje je propisala IAEA a koji su u celini dati na sledećoj tabeli, podeljeni u četiri grupe:

- I FIZIČKO-HEMIJSKI
LEACHING test
Korozija kontejnera
Zadržavanje gasova
Termička izdržljivost
- II FIZIČKI
Gustina
Homogenost
Poroznost
Tačka omekšavanja
Sakupljanje/širenje
- III MEHANIČKI
Otpornost na pritisak
Otpornost na udar
Otpornost na mrvljenje
- IV EFEKTI ZRAČENJA
Generalni efekat
Gasna radioliza

Tečan RAO

Kontaminirane vode nastaju u:

1. vrućim čelijama (sl.1., označene sa 1.);
2. aparatu za destilaciju teške vode prilikom ispiranja (sl.1., označen sa 29);
3. bazenima za odležavanje i sečenje gorivnih elemenata (sl.1., označeni sa 2);
4. bočna vodena zaštita reaktora (sl.1., odvod u specijalnu kanalizaciju označen sa 3 i 5. voda od peščanog zasipa reaktora).

Značajniji izvori uslovno čistih voda su sledeći:

1. pumpa za dozimetrijsku kontrolu vazduha (sl.1., označeno sa 46 i 47);
2. pumpa iz kola hlađenja grafita;
3. drenaža iz uređaja za kontrolu sistema sa teškom vodom (sl.1., označeno sa 2 i 3.);
4. lavaboi i slivnici u podovima prostorija u kojima je moguća pojava kontaminacije;
5. rezervoar iz sanitarnog propusnika (sl.1 i 2, označen sa 1).

Transport tečnih radioaktivnih otpadaka ide preko specijalne kanalizacije koja je izradjena od nerđajućeg čelika.

1. Čelija za obradu materijala visoke aktivnosti,
2. Aparature za destilaciju teške vode,
3. Bočna vodena zaštita reaktora,
4. Drenaža peščanog zasipa reaktora,
5. Bazena za odležavanje i sečenje gorivnih elemenata,
6. Drenaže dimnjaka za ventilaciju (sl.2., označen NC),
7. Prihvatnog rezervoara u sanitarnom propusniku, (sl.2., označen sa 1),
8. Prihvatnog rezervoara u prostoriji 49 RA (sl.1.).

Specijalna kanalizacija povezana je sa VR-bazenima preko kladenca K-I i K-II⁽⁵⁾ (sl.2) na taj način što kladenac K-I prima kontaminirane vode, odakle se upućuju do kladenca K-II, a odatle se posebnim sistemom ventila mogu uputiti u bilo koji VR-bazen.

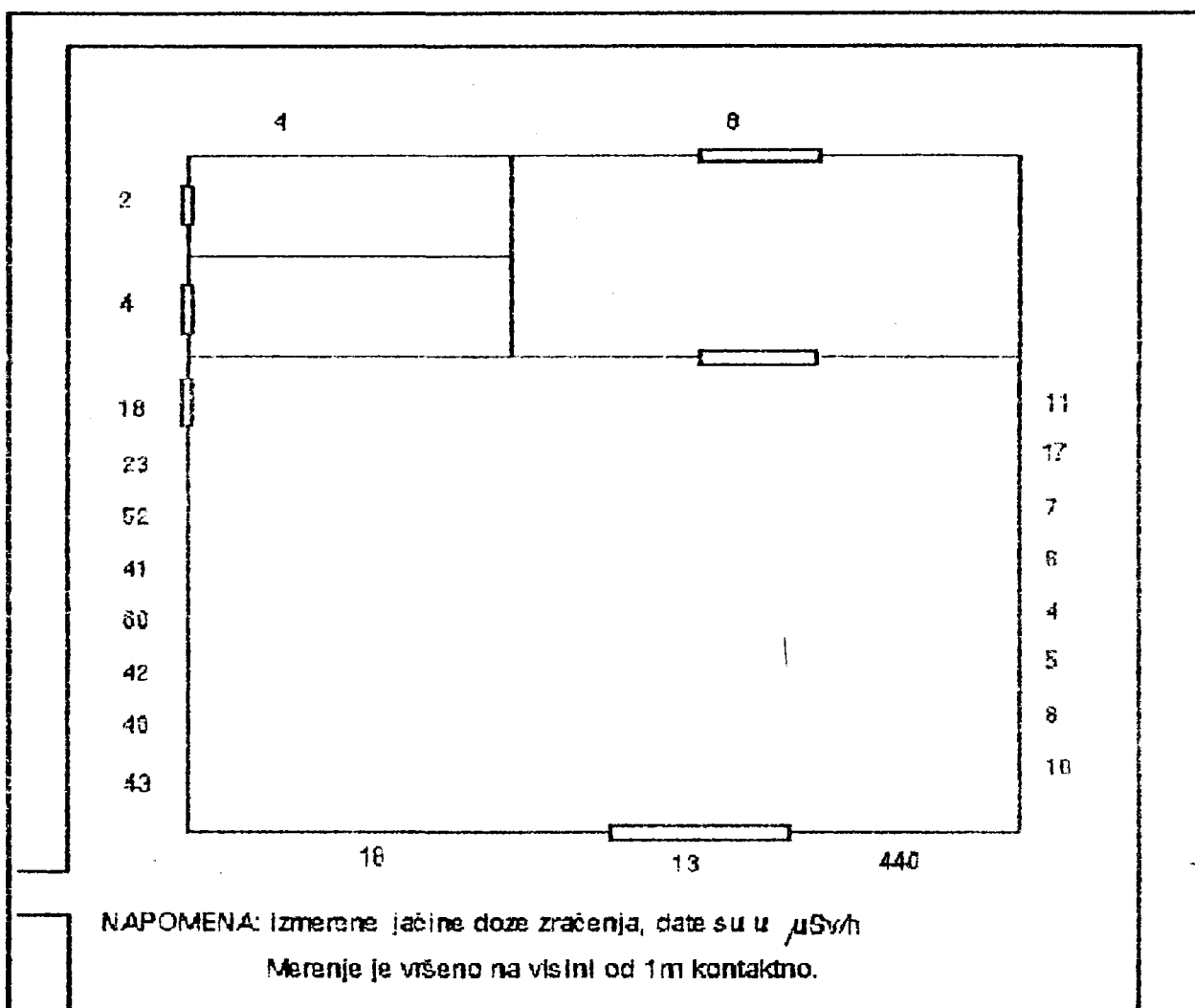
Pored navedenih sistema za sakupljanje radioaktivnih tečnih otpadaka u RA nalazi se i sistem drenažne kanalizacije teške vode, koji se sastoji od cevovoda i specijalnog rezervoara koji je obložen nerđajućim čelikom, zapremine 7,5 m³. Ovaj rezervoar (na sl.1., označen sa 13), predviđen je za sakupljanje teške vode u slučaju procurivanja cevovoda iz prostorija izmenjivača toplote, cirkulacionih pumpi i komunikacionog hodnika (sl.2., označeni sa 22, 23 i 24). U prostoriji 32 RA ukoliko dodje do curenja teške vode nalazi se drenaža podova.

Za stokiranje i odležavanje radioaktivnih otpadnih voda iz RA predviđena su tri VR-bazena i jedan VR-bazen za otpadne vode iz laboratorije za proizvodnju radioizotopa⁽⁶⁾ (sl.2.). VR-bazeni su od betona obloženi nerđajućim čelikom i osigurani od vlage i podzemnih voda. Zapremina svakog VR-bazena iznosi 300 m³ (sl.3.). VR-bazeni nisu opremljeni nivometrima i uredjajima za kontrolu aktivnosti.

Prema projektu "R" 232a pri normalnom radu iz RA očekivane su aktivnosti otpadnih voda reda veličine $3,7 \times 10^3$ - $3,7 \times 10^4$ Bq/ml, a zapremine:

1. Iz bazena za odležavanje gorivnih elemenata	170 m ³ /god.
2. Otpadne vode od pranja aparata za destilaciju teške vode	20 m ³ /god.
3. Otpadne vode od pranja vrućih čelija	60 m ³ /god.
4. Ispuštanje iz rezervoara uslovno čiste kanalizacije, kao i eventualnih drenaža pešćanog zasipa reaktora	10 m ³ /god.
<u>Ukupno:</u>	<u>280 m³/god.</u>

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE "VINČA"
 Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu
 životne sredine "ZAŠTITA"



Instrument :		AD - 2		Topografija doza zračenja : OKOLINA NOVOG HANGARA
Merio:	7/11/95	Kalinić		
Ovario:	7/11/95	Mr R. Pavlović		
	Datum	Ime i prezime	Potpis	

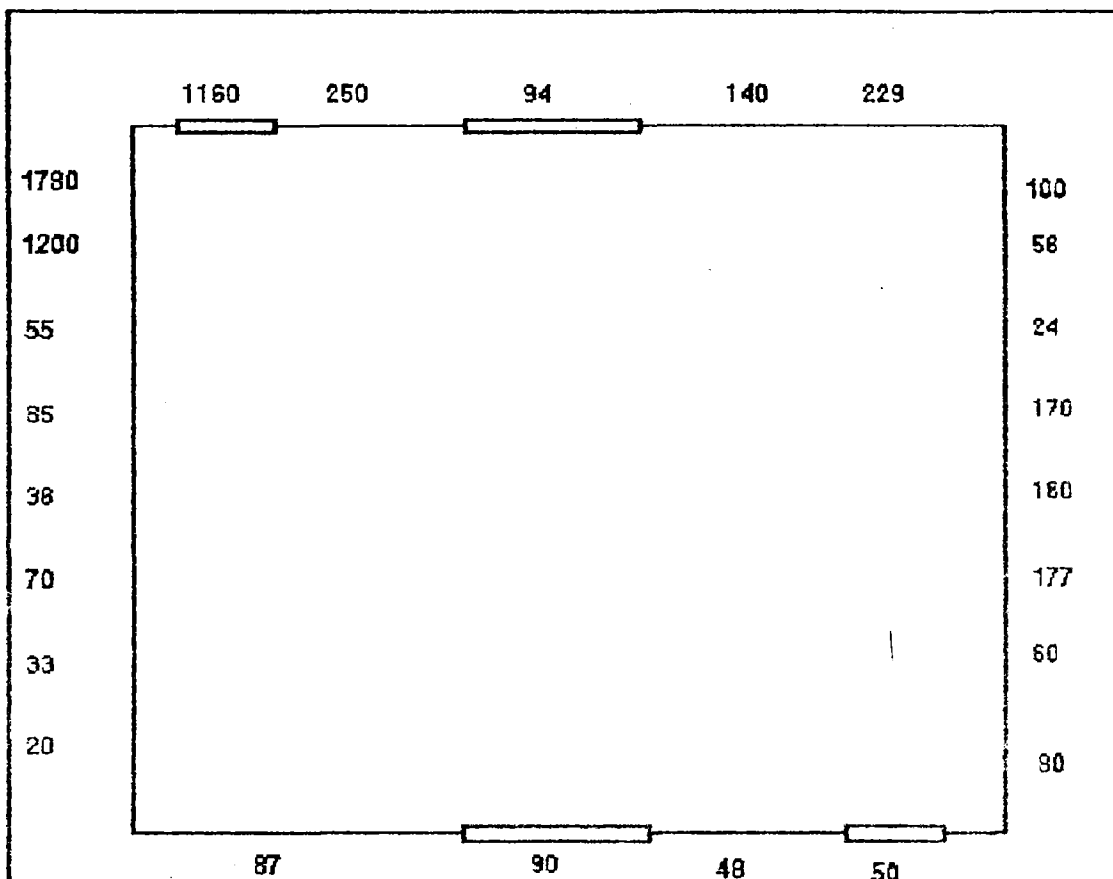
INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE "VINČA"
 Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu
 životne sredine "ZAŠTITA"

550	100	95
575	88	60
660	120	70
590	100	75
540	88	700

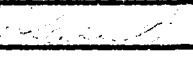
NAPOMENA: Izmerene jačine doze zračenja, date su u $\mu\text{Sv/h}$

Instrument:	AD - 2			Topografija doza zračenja : U NOVOM HANGARU
Merio:	7/11/95	S. Kalinić	<i>[Signature]</i>	
Overio:	7/11/95	Mr R. Pavlović		
	Datum		Polpis	

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE "VINČA"
 Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu
 životne sredine "ZAŠTITA"



Napomena : - Izmerene jačine doza zračenja, date su u $\mu\text{Sv/h}$
 - Merenje je izvršeno na visini od 1m kontaktno.

Instrument :		AD - 2		Topografija doza zračenja : OKOLINA STAROG HANGARA
Merio:	7/11/95	S. Kalinić		
Ovio:	7/11/95	Mr R. Pavlović		

INSTITUT ZA NUKLEARNE NAUKE "VINČA"
 Laboratorija za zaštitu od zračenja i zaštitu
 životne sredine "ZAŠTITA"

8900	1270	2000
8700	1300	600
250	200	200
170	170	670
340	200	640
300	190	600
880	720	790

Napomena : - Izmerene jačine doze zračenja, date su u $\mu\text{Sv/h}$

Instrument :		AD - 2		Topografija doza zračenja : UNUTRAŠNOST STAROG HANGARA
Merio:	7/11/95	S. Kalinić	<i>[Signature]</i>	
Overio:	7/11/95	Mr R. Pavlović		
	Datum		Polpis	

P R I L O G I I I

KONTROLA RADIOAKTIVNOSTI OKOLINE