

PRILOGA 8

Zasnova programa izrednega monitoringa radioaktivnosti

Preglednica 1: Splošna vodila za sestavo programa izrednega monitoringa radioaktivnosti okolja in oseb v primeru radiološkega izrednega dogodka

Vrsta izrednega dogodka	Vrsta meritev	Namen
Izgubljen, pogrešan ali ukraden radioaktivni vir	1. Meritev hitrosti doz (peš, med vožnjo ali iz letala/helikopterja)	1. Najti radioaktivni vir
Najden radioaktivni vir ali kontaminacija	1. Meritev hitrosti doze 2. Meritev kontaminacije tal in/ali predmetov, materialov 3. Meritev kontaminacije vode, živil in krme 4. Meritev osebnih doz	1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Prepoznati radioaktivni vir ali kontaminacijo 4. Določiti kontaminirana območja in/ali objekte 5. Preveriti obsevanost in kontaminacijo oseb 6. Načrtovati popravne ukrepe in ukrepe spremljanja kontaminacije
Nezaščiten zaprt radioaktivni vir	1. Meritev hitrosti doze 2. Meritev kontaminacije predmetov 3. Meritev osebnih doz	1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Določiti morebitno kontaminacijo površin in/ali predmetov 4. Preveriti obsevanost oseb 5. Načrtovati popravne ukrepe
Poškodovan zaprt radioaktivni vir	1. Meritev hitrosti doze 2. Meritev kontaminacije tal in predmetov 3. Meritev osebnih doz	1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Določiti kontaminirana območja in/ali predmete 4. Preveriti obsevanost in kontaminacijo oseb 5. Načrtovati popravne ukrepe
Izredni dogodek z odprtim radioaktivnim virom	1. Meritev koncentracije radionuklida v zraku 2. Meritev hitrosti doz 3. Meritev osebne kontaminacije 4. Meritev kontaminacije tal in predmetov 5. Meritev kontaminacije vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 6. Meritev osebnih doz	1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Določiti kontaminacijo zraka in površin 4. Določiti kontaminirana območja, predmete, hrano in/ali vodo 5. Preveriti obsevanost in kontaminacijo oseb 6. Načrtovati popravne ukrepe
Požar v jedrskem ali sevalnem objektu	1. Meritev koncentracije radionuklida v zraku 2. Meritev hitrosti doz 3. Meritev osebne kontaminacije 4. Meritev kontaminacije tal in predmetov 5. Meritev kontaminacije vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 6. Meritev osebnih doz	1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Določiti kontaminacijo zraka in površin 4. Določiti kontaminirana območja predmete, hrano in/ali vodo 5. Preveriti obsevanost in kontaminacijo oseb 6. Načrtovati popravne ukrepe

Vrsta izrednega dogodka	Vrsta meritev	Namen
Kontaminacija s sevalci alfa	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meritev koncentracije radionuklida v zraku 2. Meritev osebne kontaminacije 3. Meritev kontaminacije tal in predmetov 4. Meritev kontaminacije vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 5. Meritev osebnih doz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Določiti varnostno in varovano območje 2. Izvajati zaščitne ukrepe 3. Določiti kontaminacijo zraka 4. Določiti kontaminirana območja in/ali predmete 5. Preveriti kontaminacijo oseb 6. Načrtovati popravne ukrepe 7. Načrtovati dolgoročne zaščitne ukrepe, ukrepe spremljanja kontaminacije in druge ukrepe
Nekontrolirana vrnitev satelita z radioaktivnimi snovmi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meritev hitrosti doz (peš, med vožnjo ali iz letala/helikopterja) 2. Meritev kontaminacije tal in predmetov 3. Meritev osebne kontaminacije 4. Meritev kontaminacije vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 5. Meritev osebnih doz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Poiskati ostanke satelita 2. Določiti zaščitne ukrepe 3. Določiti kontaminirana območja in/ali predmete 4. Preveriti kontaminacijo oseb 5. Načrtovati popravne ukrepe 6. Načrtovati dolgoročne zaščitne in druge ukrepe
Kontaminacija zaradi jedrskega ali sevalnega izrednega dogodka izven naših meja	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meritev hitrosti doz 2. Meritev koncentracije radionuklidov v zraku 3. Meritev kontaminacije tal 4. Meritev kontaminacije vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 5. Meritev doz v okolju 6. Meritev osebnih doz 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Določiti zaščitne ukrepe 2. Določiti kontaminacijo tal 3. Identificirati radionuklide 4. Določiti razmerja med radionuklidi 5. Določiti kontaminacijo vode, živil, krme in izdelkov ali materialov 6. Oceniti dozne obremenitve za prebivalce 7. Določiti ukrepe spremljanja kontaminacije in popravne ukrepe

Preglednica 2: Zasnova programa izrednega monitoringa radioaktivnosti okolja in oseb ob izpustu radioaktivnih snovi v okolje

MERITVE		Kaj	Veličina	Pogostost	Kje
Zračni izpust radioaktivnih snovi					
Ves čas (MZO)	Zunanje sevanje	Hitrost doze gama [Sv/h]	Kontinuirne avtomatske meritve, avtomatsko zbiranje podatkov v centralni enoti	Nepretrgano	Območje načrtovanja preventivnih in takojšnjih zaščitnih ukrepov
	Zrak	Skupna koncentracija aktivnosti alfa, beta in gama			
Med izpustom, ob prehodu radioaktivnega oblaka ^a	Zunanje sevanje	Hitrost doze gama [Sv/h]	Nepretrgano	Območje splošne pripravljenosti ^b	
	Zrak	Hitrost doze nevtronov (v primeru nevtronskega sevanja)	Nepretrgano	V bližini izpusta	
		Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ³] Skupna aktivnost	Nepretrgano zbiranje, meritve vsako uro v času trajanja izpusta	Območje načrtovanja takojšnjih zaščitnih ukrepov ^c	
	Padavine	Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ³ ali Bq/m ²] Skupna aktivnost	Nepretrgano zbiranje, meritve vsaki 2 uri v času trajanja izpusta	Območje načrtovanja prehrambnih zaščitnih ukrepov	
Po končanem izpustu ali po prehodu radioaktivnega oblaka	Zunanje sevanje	Hitrost doze gama	Nepretrgano	Območje splošne pripravljenosti ^d	
	Zrak	Doza gama	Prvi mesec: tedensko Prvo leto: mesečno	Kontaminirana področja ^e	
		Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ³]	Nepretrgano zbiranje, meritve prvi teden: dnevno nato mesečno	Kontaminirana področja ^f	
	Zemljišče				
	Zemlja	Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ²]	Vzorčenje in meritve: prvo leto mesečno	Kontaminirana področja	
	Trava	Specifična aktivnost [Bq/kg] in koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ²]	Vzorčenje in meritve: prvi teden dnevno, nato mesečno	Kontaminirana področja	
	Padavine in suhi radioaktivni used		Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/m ³ ali Bq/m ²]	Nepretrgano zbiranje, meritve: prvi mesec tedensko, nato mesečno	Območje načrtovanja prehrambnih zaščitnih ukrepov

MERITVE				
Kdaj	Kaj	Veličina	Pogostost	Kje
	Prehrambna veriga:	Specifična aktivnost [Bq/kg] in koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/l]		
	Pitna voda		Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko nato mesečno	Vodovodi in vodnjaki na kontaminiranih območjih
	Mleko		Vzorčenje in meritve: prvi mesec dnevno, nato mesečno	Zbiralnice mleka s kontaminiranih območij
	Mlečni proizvodi		Vzorčenje in meritve: prvi mesec dnevno nato mesečno	Proizvodi s kontaminiranih območij
	Listnata zelenjava		Vzorčenje in meritve: prvi teden dnevno nato mesečno	Kontaminirana območja
	Gomoljnice		Vzorčenje in meritve: enkrat v sezoni	Kontaminirana območja
	Sezonsko sadje		Vzorčenje in meritve: enkrat v sezoni	Kontaminirana območja
	Moka		Vzorčenje in meritve: enkrat v sezoni	Kontaminirana območja
	Meso (goveje, svinjsko, perutnina)		Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko nato mesečno	Kontaminirana območja
	Jajca		Vzorčenje in meritve: prvo leto mesečno	Kontaminirana območja
	Ribe		Vzorčenje in meritve: mesečno v sezoni ulova	Vode na kontaminiranih območjih
	Zelena krma		Vzorčenje in meritve: prvi teden dnevno, nato mesečno	Kontaminirana območja
	Gobe		Vzorčenje in meritve: mesečno v času nabiranja	Kontaminirana območja
	Gozdni sadeži		Vzorčenje in meritve: mesečno v času nabiranja	Kontaminirana območja
	Divjačina		Vzorčenje in meritve: mesečno v sezoni lova	Območje splošne pripravljenosti
	Zelišča		Vzorčenje in meritve: enkrat v času nabiranja	Kontaminirana območja
	Osebe	Zunanja doza gama	Po potrebi	Kontaminirana območja
		Površinska specifična aktivnost radionuklidov na koži [Bq/cm ²]	Po potrebi	Kontaminirana območja
		Aktivnost radioaktivnega joda v ščitnici	Po potrebi	Kontaminirana območja

MERITVE				
Kdaj	Kaj	Veličina	Pogostost	Kje
		Aktivnost radionuklidov v telesu in/ali organih	Po potrebi	Kontaminirana območja
		Aktivnost radionuklidov v izločkih	Po potrebi	Kontaminirana območja
Tekočinski izpust radioaktivnih snovi				
Po izpustu	Površinske vode	Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/l]	Nepretrgano zbiranje, meritve prvi teden dnevno nato mesečno	Kontaminirane vode
	Sediment	Specifična aktivnost radionuklidov [Bq/kg]	Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko nato mesečno	Kontaminirane vode
	Ribe	Specifična aktivnost radionuklidov [Bq/kg]	Vzorčenje in meritve: tedensko v sezoni ulova	Kontaminirane vode
	Vodne rastline	Specifična aktivnost radionuklidov [Bq/kg]	Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko, nato mesečno	Kontaminirane vode
	Pitna voda	Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/l]	Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko nato mesečno	Na območjih kontaminiranih vod
	Podtalnica	Koncentracija aktivnosti radionuklidov [Bq/l]	Vzorčenje in meritve: prvi mesec tedensko nato mesečno	Na območjih, kjer je možna kontaminacija

^a V začetni fazi splošne nevarnosti zaradi izpusta radioaktivnih snovi izvaja meritve hitrosti doz in vzorčenje zraka mobilna enota (ali vozilo) jedrske elektrarne do razdalje največ 10 km, ki mora biti razpoložljiva v času dveh ur od razglasitve objektne nevarnosti. Obseg meritve hitrosti doz gama je od doz, značilnih za naravno ozadje, do hitrosti doz, ki bi lahko povzročile stohastične učinke v eni uri. Meritev kontaminiranosti zraka izvaja zaradi določitve skupne aktivnosti.

Mobilna enota jedrske elektrarne mora biti sposobna za zaznavanje in grobo oceno povišane aktivnosti joda in cezija na zračnih filtrih in za centralno zbiranje podatkov hitrosti doz avtomatskih merilnikov iz roba lokacije objekta do razdalje 5 km.

^b Meritve hitrosti doze gama v okolju se izvajajo z avtomatskimi merilniki na robu lokacije objekta okvirno v osmih smereh neba, na razdalji od 200 m do 500 m od jedrskega reaktorja. V primeru postavitve merilnikov na večjo razdaljo se njihovo število ustrezno poveča. Merilniki morajo zagotavljati stalne meritve pri vseh izrednih dogodkih, centralna enota za pošiljanje podatkov na objektu pa mora delovati še vsaj dve uri po izpadu električnega napajanja. Obseg meritev je od hitrosti doz gama, značilnih za naravno ozadje, do hitrosti doz, ki bi lahko povzročile deterministične učinke v eni uri. Umerjanje merilnikov se izvede s kalibracijo s cezijem Cs-137 enkrat na tri leta, tako da je zagotovljena sledljivost do etalona.

^c Vzorčenje zraka v okolju na lokaciji objekta se izvaja s črpalkami s filtri za jod in prašne delce na razdalji od najmanj 200 m do 500 m od jedrskega reaktorja na vsaj štirih lokacijah v smereh, ki so značilne za rožo vetrov. Namen tega vzorčenja je zagotoviti vzorce v začetni fazi izrednega dogodka. Meritve skupne radioaktivnosti (ali aktivnosti I-131 in Cs-137) v zraku se izvajajo z avtomatskimi radiološkimi monitorji na razdalji od najmanj 200 m do 500 m od jedrskega reaktorja na vsaj štirih lokacijah v smereh, ki so značilne za rožo vetrov, in v smereh večjih naselij zaradi zbiranja podatkov v začetni fazi izrednega dogodka.

^d Meritev sevanja gama v najbližjih naseljih ali zasekih z večjim številom hiš v okolici jedrske elektrarne se izvajajo s stacionarnimi avtomatskimi merilniki sevanja, ki imajo območje od doz, značilnih za naravno ozadje, do hitrosti doz, ki bi lahko povzročile stohastične učinke.

^e Pasivni dozimetri za meritve prejete doze sevanja gama po prehodu radioaktivnega oblaka so na območju najbližjih naselij do razdalje 10 km od jedrske elektrarne. Njihov obseg je od naravnih do akutnih vrednosti doz – okoliškega ekvivalenta.

^f Vzorčenje zraka v najbližjih naseljih v okolici jedrske elektrarne se izvaja s stacionarnimi črpalkami s filtri za jod in prašne delce. Namen tega vzorčenja je zagotoviti vzorce za spektrometrijo gama po prehodu radioaktivnega oblaka.

Preglednica 3: Splošna navodila za sestavo programa zagotovitve pripravljenosti

Jedrska elektrarna

Kategorija	Vrsta	Št. vzorcev/lokacij	Pogostost urjenja/preverjanja
Obhod mobilne enote s terenskimi meritvami	Meritev hitrosti doz v okolju s prenosnimi merilniki na točkah, kjer se izvajajo meritve v sklopu obratovalnega monitoringa (spoznavanje lokacij)	10 lokacij	2-krat letno za vsakega izvajalca izrednega monitoringa
	Meritev kontaminacije površin – celotna aktivnost beta in aktivnost alfa	10 lokacij	
	Meritev hitrosti doz iz vozečega vozila z mapiranjem	1-krat na obhod	
	Spektrometrija gama in-situ	1-krat na obhod	
	Vzorčenje in meritev koncentracije radionuklidov v vzorcih v mobilnem laboratoriju*	po 1 vzorec na obhod	
	Zrak – filtri		
	Padavine		
	Suhi used		
	Zemlja		
	Vode		
	Pridelki		
	Trava		
	"Vročiči" vzorci – meritev koncentracije radionuklidov	1 vzorec na meji izvzetja iz NEK	
Laboratorijske meritve*	Določitev pozicije merilne/vzorčevalne točke (GPS)		
	Meritev meteoroloških parametrov		
	Meritev osebnih doz		
	Ročne meritve osebne kontaminacije pri izstopu iz kontaminiranega območja in uporaba osnovne zaščitne opreme	2h na obhod	
	Meritev vsebnosti joda v ščitnici	1-krat na obhod	
	Meritev radionuklidov v telesu (WBC)		
	Poročanje rezultatov – komunikacije s terena		
	Visokoločljivostna spektrometrija gama		
	Meritev/analiza sevalcev beta		
	Meritev osebnih doz		
Meritev vsebnosti joda v ščitnici			

Primerjalne terenske meritve med izvajalci obratovalnega monitoringa oz. z zavezancem	Spektrometrija gama in-situ	1 vzorec na obhod	Skupaj 2 primerjalni meritvi letno**
	Spektrometrija gama v mobilnem laboratoriju Meritve doz	1 vzorec na obhod 10 lokacij	
Med laboratorijske primerjalne meritve med izvajalci obratovalnega monitoringa oz. z zavezancem	Meritve gama sevalcev	1 vzorec na obhod	Skupaj 2 primerjalni meritvi letno**
	Meritve beta sevalcev	1 vzorec na obhod	

* Delno se izvaja na terenu, delno v laboratoriju.

** Izvajalci primerjajo vse rezultate, zavezanci samo tiste, ki jih izvajajo v jed. objektu.

Raziskovalni reaktor

Vrsta meritve	Vzorec	Št. Vzorcev/meritev	Pogostost urjenja
VLG spektrometrija in-situ	Zemlja	1	1-krat letno
Meritve hitrosti doze	-	Intervalno beleženje, en obhod	1-krat letno
VLG analiza	Zračni filter	1	1-krat letno

Skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov

Vrsta in opis meritve	Vzorčevalno mesto	Vrsta vzorca	Pogostost vzorčenja	Pogostost meritve	Letno število meritev
Spektrometrija gama in-situ (NaI(Tl))	Na ožjem območju zunaj skladišča NSRAO	Travnata tla	-	1-krat letno	1-krat letno
Alfa sevanje	Asfaltne in betonske površine, umetne gladke površine	Delovne in pohodne površine	-	Kontrolno 2-krat letno, Manipulativne površine ob izvajanju del	2-krat letno, merilna mreža, manipulativne površine po potrebi
Beta sevanje	Neposredna okolica objekta CSRAO, asfaltne in betonske površine, umetne gladke površine	Travnata tla, delovne in pohodne površine	-	Kontrolno 2-krat letno, Manipulativne površine ob izvajanju del	2-krat letno, merilna mreža, manipulativne površine po potrebi
Gama sevanje	Neposredna okolica objekta CSRAO, asfaltne in betonske površine, umetne gladke površine	Travnata tla, nasutja	-	Kontrolno 2-krat letno, Manipulativne površine ob izvajanju del	2-krat letno, merilna mreža, manipulativne površine po potrebi
Spektrometrija gama in-situ (NaI(Tl))	Neposredna okolica objekta CSRAO	Travnata tla, neposredna okolica objekta CSRAO	-	Kontrolno 2-krat letno	2-krat letno, posam. točke merilne mreže
Vazelinska plošča, izotopska analiza z VLG spektrometrijo	40 m VJV od vhodnih vrat skladišča, znotraj zunanje ograje območja	Trdni zračni delci	Nepretrgano, letni kompozitum kvartalnih vzorčenj ali zbimi celoletni vzorec	1-krat letno	1-krat letno