

Številka: 8420-1/2021/3

Ljubljana, 19.2.2021

ZAŠČITNA STRATEGIJA OB JEDRSKI IN RADIOLOŠKI NESREČI

2021

Vsebina

1	UVOD.....	3
1.1	Zahteva in osnovni dokumenti	4
1.2	Namen in cilji strategije	4
1.3	Obseg strategije.....	5
1.4	Splošno o metodologiji	5
2	ZAŠČITNA STRATEGIJA – NAPOTKI ZA IZVAJANJE.....	7
2.1	Obdobja nesreče, na katera se nanaša zaščitna strategija	7
2.2	Optimizacija in upravičenost zaščitnih ukrepov	8
2.3	Posvetovanje z zainteresirano javnostjo	9
2.4	Jedrska nesreča v Sloveniji	9
2.4.1	Reaktorska nesreča v jedrskem objektu kategorije I v Sloveniji	9
2.4.2	Nesreča v bazenu za izrabljeno jedrsko gorivo	13
2.5	Jedrska nesreča v tujini.....	13
2.6	Radiološka nesreča	14
2.6.1	Možni scenariji radioloških nesreč	14
2.7	Ostale nesreče	15
2.8	Varstvo pred sevanji za izvajalce zaščitnih ukrepov	16
2.9	Registracija prebivalstva in zdravstvena oskrba	16
3	ZAŠČITNA STRATEGIJA – PRIPRAVLJENOST NA IZVAJANJE (INFRASTRUKTURA).....	17
3.1	Meritve radioaktivnosti v okolju.....	17
3.2	Referenčna raven izpostavljenosti.....	18
3.3	Operativne intervencijske ravni.....	19
3.4	Zaščitni ukrepi za prebivalstvo	20
3.4.1	Zaklanjanje.....	21
3.4.2	Zaužitje tablet kalijevega jodida	21
3.4.3	Evakuacija	22
3.4.4	Zgodnji zaščitni ukrepi in druge naloge	22
3.5	Ravnanje z radioaktivnimi odpadki.....	25
4	PREHODNO OBDOBJE.....	25
4.1	Predpogoji za prenehanje nesreče	26
4.1.1	Splošni predpogoji oz. merila za prenehanje nesreče	27
4.1.2	Posebni predpogoji oz. merila za prenehanje nesreče	29
4.1.3	Časovni okvirji za prenehanje nesreče.....	31
5	SANACIJA IN OŽIVLJANJE OBMOČJA	31
5.1	Sanacija.....	31
5.2	Oživljanje območja	32
	Literatura.....	33
	Kratice in pojmi	35
	Priloga 1: Viri nevarnosti razvrščeni na pet kategorij glede na grožnjo in možne posledice nesreče	36
	Priloga 2: Cilji odzivnih časov glede na kategorije virov nevarnosti	37
	Priloga 3: Zaščitni ukrepi in druge naloge za prebivalstvo ob jedrski nesreči - v primeru razglašene splošne nevarnosti zaradi reaktorske nesreče v jedrskem objektu kategorije I v Sloveniji	39

1 UVOD

Zaščitna strategija ob jedrski in radiološki nesreči (v nadaljevanju zaščitna strategija) je temeljni dokument, ki podaja usmeritve odločevalcem pri sprejemanju zaščitnih ukrepov v primeru jedrske in radiološke nesreče. Sprejme jo Vlada Republike Slovenije na predlog ministra, pristojnega za jedrsko varnost in se objavi na spletni strani ministrstva, pristojnega za jedrsko varnost. Natančno izvajanje zaščitnih ukrepov in drugih nalog, ki so utemeljeni in optimizirani v času pripravljenosti na podlagi rezultatov ocene ogroženosti, je opredeljeno v načrtih zaščite in reševanja ob jedrski in radiološki nesreči. Zaščitna strategija se izvaja med nesrečo in po njej z operativno izvedbo posameznih zaščitnih ukrepov in drugih nalog, ki jih je potrebno skrbno strokovno premisliti ter sproti prilagajati dejanskim razmeram na terenu.

Izredni dogodek je okoliščina ali dogodek, ki ni običajen in pri katerem se zmanjša sevalna ali jedrska varnost ali je zmanjšana raven varstva pred sevanji. Zaradi stanja, ki je posledica izrednega dogodka, je treba začeti takojšnje priprave ali izvajanje ukrepov za preprečitev ali odpravo posledic za zdravje in varnost ljudi ter kakovost njihovega življenja, za preprečitev posledic na premoženje in v okolju ali za odpravo tveganj, ki vodijo do takih resnih posledic [1]. Ker jedrski in radiološki izredni dogodki neposredno ogrožajo prebivalce in okolje, so nujno potrebni zaščitni ukrepi. Vsak izredni dogodek v splošnem še ne pomeni nastanka nesreče. Lahko gre zgolj za zmanjšanje jedrske ali sevalne varnosti, ki tudi zahteva ustrezen odziv pristojnih.

Nesreča je odstopanje od normalnega obratovanja, ki je manj pogosto in ima težje posledice kot nenormalno obratovanje. Pri nesreči lahko pride do večje poškodbe jedrskega ali sevalnega objekta ali zmanjšanja učinkovitosti varnostnih pregrad [1]. Jedrske nesreče zahtevajo zaščitne ukrepe zaradi nevarnega sproščanja energije po jedrski verižni reakciji ali po razpadu produktov iz verižne reakcije. Jedrske nesreče so lahko hkrati tudi radiološke. To velja še posebej za nesreče v jedrskih objektih kategorije I¹, saj vsebujejo veliko količino jedrskih in radioaktivnih snovi, ki se lahko ob večjih odstopanjih od normalnega obratovanja sprostijo v okolje in potencialno obsevajo ljudi. Jedrske nesreče se lahko zgodijo povsod, kjer so prisotne jedrske snovi v količini, da se lahko sproži verižna reakcija (t. i. kritična masa), kot npr. v jedrskih objektih kategorije I, raziskovalnih reaktorjih, reaktorjih na plovilih, med transportom jedrskih snovi, v skladiščih in odlagališčih izrabljenega jedrskega goriva ter pri proizvodnji jedrskega goriva.

Radiološke nesreče zahtevajo zaščitne ukrepe ali druge naloge zaradi nenadzorovane izpostavljenosti ionizirajočemu sevanju. To lahko povzročijo radioaktivni viri, ki so lahko tudi onesnaženja z radioaktivno snovjo oziroma kontaminacijo, in naprave, kot so rentgenske cevi ali pospeševalniki delcev (običajno elektronov ali drugih nabitih delcev). Lahko se zgodijo v sevalnih objektih (industrijski, raziskovalni in zdravstveni objekti z obsevalnimi napravami ali z radioaktivnimi snovmi in odlagališča z rudarsko ali hidrometalurško jalovino). Radiološka nesreča se lahko zgodi tudi kjerkoli, kjer se nahajajo nenadzorovani nevarni viri ionizirajočega sevanja (zavrženi, izgubljeni, najdeni, ukradeni). Do obsevanja in kontaminacije prebivalstva lahko pride med prevozom radioaktivnih snovi, zaradi padca satelita z radioaktivnimi snovmi ali zaradi umazane bombe.

¹ Vire nevarnosti Ocena ogroženosti ob jedrski in radiološki nesreči v Republiki Sloveniji [1] razdeli v pet kategorij (Priloga 1).

Zaščitna strategija temelji na vnaprej določenih operativnih in drugih ravneh, kot so: mejne doze², referenčne ravni, operativne intervencijske ravni (OIR), absorbirane doze, projicirane doze in prejete doze.

V kolikor pride do jedrske ali radiološke nesreče je nujno potrebno izvesti vse smiselne ukrepe, ki bodo ublažili njihove posledice.

Nesrečo se lahko glede na njen potek razdeli v tri faze: takojšnjo, zgodnjo in prehodno fazo.

V začetku takojšnje faze so ocene o verjetnosti, času in količini možnih izpustov zelo negotove. Poleg tega na potek ukrepov vplivajo tudi vremenske razmere, a je kljub pomanjkanju točnih informacij nujno potrebno hitro oceniti in sprejeti preventivne in takojšnje zaščitne ukrepe.

Zgodnja faza se konča, ko se raven sevanja v okolju ne povečuje več, ko ni več nevarnosti za dodatne izpuste in zgodnji zaščitni ukrepi niso več potrebni.

Po zgodnji fazi nastopi prehodna faza, v kateri se izvaja postopke, s katerimi se lahko razglasi konec nesreče (poglavje 2.1 in slika 1).

Po koncu nesreče se lahko preide bodisi v načrtovano stanje izpostavljenosti bodisi v stanje trajne izpostavljenosti. V slednjem primeru se poudarek daje obnovi in ponovni vzpostavitvi prvotnega stanja, v kolikor trenutna situacija to omogoča. Prehod med fazami je postopen, določene organizacije pa izvajajo svoje naloge v vseh fazah nesreče.

V primeru jedrske ali radiološke nesreče prenehanje nevarnosti časovno ni enostavno opredeliti, ker je nevarnost dolgotrajna. Kot navaja IAEA (International Atomic Energy Agency) v GSR Part 7 [2, točka 5.97] je zato, da lahko nastopi obdobje po nesreči, potrebna formalna odločitev o tem, da je nesreče konec.

V Zaščitni strategiji ob jedrski in radiološki nesreči so opisane referenčne ravni izpostavljenosti in operativne intervencijske ravni, dejavniki, ki vplivajo na izbiro zaščitnih ukrepov, zaščitni ukrepi ob jedrski in radiološki nesreči, med nesrečo in po nesreči. Opisani so tudi zaščitni ukrepi za prebivalstvo in izvajalce zaščitnih ukrepov, okolje, živila (lokalno pridelana hrana, pitna voda, mleko), krmila, splošne predmete in odpadke.

1.1 Zahteva in osnovni dokumenti

Zaščitna strategija se nanaša na izvajanje zaščitnih ukrepov za prebivalstvo in izvajalce zaščitnih ukrepov v primeru jedrske ali radiološke nesreče. Koncept zaščitne strategije je podrobno opisan v dokumentu ICRP 109 Application of Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Situations [3]. Skladno s tem dokumentom in zahtevami nacionalne zakonodaje [4], ki je glede tega usklajena z EU BSS [5] in IAEA GSR Part 7 [2], je celovita zaščitna strategija razvita na nacionalni ravni.

Pri izdelavi zaščitne strategije se nabor možnih nesreč nanaša na oceno ogroženosti, kjer so tudi ocenjene verjetnosti in posledice teh nesreč. Verjetnosti in posledice nesreč so glavno vodilo za določanje prioritet in stopnje (natančnosti) načrtovanja zaščite in reševanja. Vloga posameznih deležnikov v tem dokumentu je usklajena z vlogo, ki jo imajo ti deležniki v *Zamisli izvajanja načrtov zaščite in reševanja* [6] in tudi v samih načrtih zaščite in reševanja.

² Pojem doza se uporablja v splošnem smislu in se nanaša na katerokoli dozo (efektivno ali ekvivalentno). Predvidena (projicirana) doza je izračunana doza, ki jo prejme obravnavana populacija v določenem časovnem obdobju, če zaščitnih ukrepov ne izvajamo.

1.2 Namen in cilji zaščitne strategije

Zaščitna strategija predstavlja splošen okvir za odreditev zaščitnih ukrepov. Sestoji iz navodil kako odrediti ukrepe, ki se nanašajo na kriterije, pomembne za sprejem odločitev. Vsebuje tudi navodila, katere zaščitne ukrepe izvajati skupaj s sprotnim ocenjevanjem učinkovitosti njihovega izvajanja in prilagajanja na podlagi dejanskih razmer na terenu in razpoložljivih informacij na tak način, da se prejme čim manjšo dozo (t. i. preostalo dozo), vendar ne za vsako ceno in le do nivoja, do katerega je prilaganje glede na zahtevnost in izvedljivost ukrepov še smiselno.

Strategija skozi vse faze nesreče zasleduje tri glavne cilje ukrepanja ob nesreči, in sicer reševanje življenj, preprečevanje determinističnih učinkov sevanja in zmanjšanje stohastičnih učinkov sevanja. Glavni končni cilj, ki se ga zasleduje ob prenehanju nesreče je, da se v družbi ponovno vzpostavi družbene in ekonomske dejavnosti.

1.3 Obseg zaščitne strategije

Zaščitna strategija je pripravljena na nacionalnem nivoju in velja za vse deležnike v Sloveniji. Nanaša se na splošno prebivalstvo in na izvajalce zaščitnih ukrepov. Skladno z zahtevo 4.24 iz GSG-11 [7] obsega tudi prehodno obdobje in merila za prenehanje nesreče.

1.4 Splošno o metodologiji

Glavni načeli zaščitne strategije sta hkratno upoštevanje izpostavljenosti preko vseh poti izpostavljenosti in upoštevanje kombinacij zaščitnih ukrepov v vsakem obdobju.

Razvoj zaščitne strategije je proces, ki se izvaja v času pripravljenosti na nesrečo in se začne z analizo vseh zaščitnih ukrepov, ki se prepoznajo kot upravičeni (ukrep je upravičen takrat, ko so koristi njegove izvedbe večje od negativnih učinkov). Pri vsakem zaščitnem ukrepu se analizira njegovo uspešnost pri zmanjšanju prejete doze. Analizira se tudi kombinacije zaščitnih ukrepov, ki se lahko izkažejo kot bolj upravičene ali pa neupravičene, odvisno od drugih razmer in okoliščin nesreče. Na podlagi splošne analize se izdela bolj podrobno zaščitno strategijo.

Po opredelitvi kombinacij zaščitnih ukrepov, ki bodo vključeni v zaščitno strategijo, je treba oceniti prejete doze, ki bi bile posledica izvajanja strategije. Te doze se primerja z ustrezno referenčno ravno, ki se uporablja kot merilo ustreznosti strategije. Če je doza pod referenčno ravno, potem sledi optimizacija zaščitnih ukrepov toliko, kot je to še smiselno. V nasprotnem primeru, ko je doza nad referenčno ravno, je treba spremeniti zaščitne ukrepe ali njihovo izvajanje in ponoviti postopek s primerjanjem referenčne ravni s prejeto dozo. Nekatere kombinacije zaščitnih ukrepov se lahko štejejo v veliki meri neodvisno druga od druge, kot npr. omejitev uživanja kontaminiranih živil in evakuacija prebivalstva. Na zaščitno strategijo lahko vplivajo tudi drugi faktorji, kot npr. zaskrbljenost, stres, različne motnje v življenju posameznika ali skupnosti, gospodarski vplivi, itd. Optimizacija naj se nanaša tudi na te faktorje, prav tako pa tudi na dozo in sredstva, potrebna za izvajanje zaščitnih ukrepov. Ko je zaščitna strategija optimizirana, je treba izdelati tudi »sprožilce« za sprožitev ukrepov skladno z načrtom ukrepanja ob izrednem dogodku. Ti sprožilci (akcijske ravni ukrepanja – emergency action levels - EAL) so vrednosti parametrov, ki jih je mogoče dobiti s pomočjo odčitkov instrumenta (npr. v jedrskem objektu) ali opazovanja stanja na terenu (npr. požar, poplava, teroristični napad). EAL so "vstopne točke" za razvrstitev nesreče v stopnje nevarnosti (npr. nenormalni dogodek, začetna

nevarnost, objektna nevarnost, splošna nevarnost). Na podlagi stopnje nevarnosti se določi nabor začetnih aktivnosti, vključno z zaščitnimi ukrepi. Ko so na razpolago meritve radioaktivnosti v okolju, se odločitve o zaščitnih ukrepih opre na operativne intervencijske ravni (OIR), ki so v Sloveniji trenutno vzpostavljene v Uredbi o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji [8], in na mednarodne smernice in tehnične dokumente, kot so: GSG-2 [9], EPR-NPP 2013 [10] in EPR-NPP-OIL [11].

Nepredvidljiva narava nesreče, morebitni hitri razvoj nesreče in številni faktorji (npr. vremenski pogoji, geografska lokacija, razporeditev prebivalstva, prometna infrastruktura itd.) lahko povzročijo situacije, ki se ne ujemajo s predpostavkami, ki so bile uporabljene v času priprave optimizirane zaščitne strategije. To lahko povzroči, da posamezniki prejmejo projicirane doze (doza, izračunana za določeno obdobje brez zaščitnih ukrepov), ki presegajo referenčno raven. V tem primeru so upravičeni vsi zaščitni ukrepi ali njihova kombinacija, ki zmanjšajo dozo pod referenčno raven. Čeprav je bila strategija že optimizirana v času načrtovanja, velja tudi, da je treba tudi med izvajanjem, če le lahko, optimizirati zaščitne ukrepe, ki spravijo doze pod referenčno raven. Pri tem je treba optimizacijo izvajati v skladu s strategijo, kar pomeni upoštevanje dejavnikov, kot so npr.: velikost območja, trajanje, prehrabene navade, gospodarska izguba, zaskrbljenost prebivalstva, socialni vpliv itd. Potrebno pa je upoštevati, da na optimizacijo lahko vplivajo prevladujoče poti izpostavljenosti, časovni razpon nesreče, različni dejavniki, ki vplivajo na učinkovitost posameznih zaščitnih ukrepov in socialni ter gospodarski učinki.

Strategija pokriva tudi izhodišča za takojšnje ukrepanje, saj v takojšnji fazi nesreče ni časa za optimizacijo. V tem primeru je časovno okno za izvajanje zaščitnih ukrepov nekaj ur (ali dni). Ko je stanje stabilno, je časovno okno, v katerem se moramo odločiti za uvedbo zaščitnih ukrepov, teden ali celo več mesecev, kar omogoča smiselno izvajanje optimizacije, ki je opisana zgoraj. Ko se zgodi nesreča, in če stanje zahteva takojšnje zaščitne ukrepe, bo uporaba predhodno načrtovanih zaščitnih strategij, ki se izvajajo na podlagi vnaprej določenih sprožilcev, potekala brez kompleksnega procesa odločanja z udeležbo le tistih organov, ki so pristojni za ukrepanje ob jedrskih in radioloških nesrečah. V primeru neustreznega vključevanja prevelikega števila deležnikov v odločevalski proces ali pretirano podrobne ocene doz brez upoštevanja negotovosti lahko namreč pride do zamud pri izvajanju takojšnjih zaščitnih ukrepov, zaradi katerih se posledično zmanjša tudi njihova učinkovitost.

Pri izdelavi strategije [2] je treba vključiti ukrepe, ki so namenjeni, da se izognemo ali zmanjšamo resne deterministične učinke sevanja: [rdečilo kože (eritema), odpoved organov zaradi sevanja (okvaro kostnega mozga), akutno sevalno bolezen] ali pa zmanjšamo tveganje za stohastične učinke (rak). V obdobju načrtovanja strategije se izdelajo splošna merila³ (Priloga 3), ki pomenijo rezultat procesa upravičenosti in optimizacije zaščitne strategije. Če projicirana ali prejeta doza presega katerega od splošnih kriterijev, potem je treba izvesti zaščitne ali druge ukrepe posamezno ali v kombinaciji. Prejeta doza se tu nanaša na dozo, zaradi katere je ponavadi treba izvesti medicinske ukrepe ali dolgoročno medicinsko spremljanje. Splošna merila niso izražena v merljivih količinah, zato je koristno izdelati začetne operativne intervencijske ravni, ki so obravnavane v poglavju 3.3. Te začetne operativne intervencijske ravni so izdelane na podlagi določenih predpostavk, zato jih je treba revidirati, takoj ko je na razpolago dovolj natančnih meritev, kar pomeni, da se jih preračuna na dejansko stanje in pogoje med nesrečo.

³ Generic criteria [2, Annex II].

Glavni koraki izvajanja strategije so [2]:

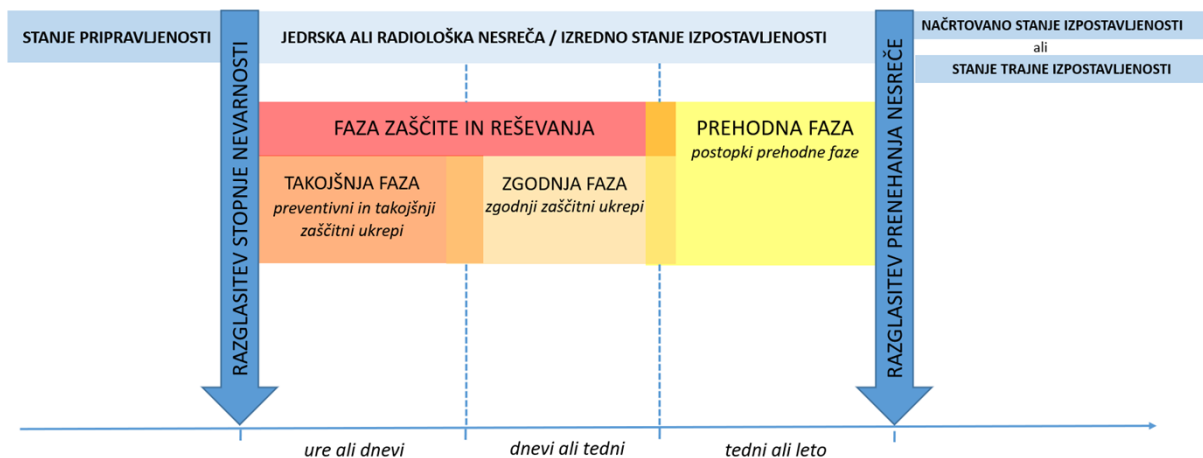
- Izvajanje takojšnjih zaščitnih ukrepov brez odlašanja. Časovno okno je nekaj ur, morda del dneva.
- Izvajanje zgodnjih zaščitnih ukrepov. V tem primeru je časovno okno za začetek izvajanja teden ali nekaj mesecev od začetka nesreče.
- Registracija prebivalstva, pregled zdravstvenega stanja in dolgotrajno zdravstveno spremljanje obsevanih ali potencialno obsevanih.
- Varstvo izvajalcev zaščitnih ukrepov vključno z varstvom pred sevanji in ustrezno varovalno opremo.
- Blažitev neradioloških posledic: zaščitne ukrepe je treba optimizirati tudi za neradiološke posledice.
- Ocena učinkovitosti sprejetih zaščitnih ukrepov: to pomeni, da optimizacija zaščitnih ukrepov v smislu prilagajanja razmeram na terenu in razpoložljivim informacijam poteka stalno. To še posebej velja za zgodnje zaščitne ukrepe.
- Po potrebi revidirati zaščitno strategijo ob jedrski in radiološki nesreči in njeno nadaljnje izvajanje.
- Prenehanje zaščitnih ukrepov (in drugih nalog) takrat, kadar le-ti niso več upravičeni.

2 ZAŠČITNA STRATEGIJA – NAPOTKI ZA IZVAJANJE

2.1 Obdobja nesreče, na katera se nanaša zaščitna strategija

Zaščitna strategija se nanaša predvsem na obdobje med razglasitvijo nesreče in razglasitvijo konca nesreče, ki se deli v dve fazi (Slika 1):

- fazo zaščite in reševanja, ki vključuje takojšnjo fazo (obdobje izvajanja preventivnih in takojšnjih zaščitnih ukrepov) in zgodnjo fazo (v kateri se izvajajo zgodnji zaščitni ukrepi);
- prehodno fazo, tj. obdobje prehoda v trajno ali načrtovano izpostavljenost (prehodno obdobje): to je obdobje, ko so takojšnji in zgodnji zaščitni ukrepi končani in se bližamo h končnemu cilju, tj. prenehanju nesreče.



Slika 1: Obdobja nesreče (povzeto po Fig. 1 in Fig. 2, GSG-11 [7]).

Delitev obdobja oz. faz je namenjena v glavnem načrtovanju. V praksi je težko postaviti ločnico med obdobjem izvajanja zaščitnih ukrepov in prehodnim obdobjem, saj tudi v prehodnem obdobju lahko veljajo posamezni zaščitni ukrepi. V splošnem gre v obdobju izvajanja zaščitnih ukrepov za obdobje, ko situacija, predvsem radiološka, vnaprej ni povsem dobro znana in se lahko še spreminja, tako da imamo širok nabor zaščitnih ukrepov. Konec zgodnje faze in s tem tudi konec faze zaščite in reševanja (interventne faze, rdeč trak na sliki 1 zgoraj), pomeni, da so zagotovljeni osnovni pogoji za življenje. Zagotovljena je nastanitev in oskrba s pitno vodo, hrana, obleka ter druga življenjsko pomembna sredstva, oskrba z električno energijo, nujna zdravstvena oskrba, psihološka oziroma psihosocialna podpora ter obveščanje in izobraževanje šoloobveznih otrok. Zagotovljene so tudi nujne prometne povezave in delovanje komunalne infrastrukture, nujna zdravstvena oskrba živali, zagotavljanje in zaščita nujne živinske krme ter zagotavljanje drugih osnovnih pogojev za življenje, ki so določeni tako, da ogroženi prebivalci ne utrpijo še dodatne škode. Konec faze zaščite in reševanja se zaključi s preklicem izvajanja zaščitnih ukrepov in razglasitvijo prenehanja nevarnosti, kar pa se ne sme enačiti s koncem nesreče, saj lahko odprava posledic (sanacijski ukrepi) kompleksne jedrske nesreče trajajo tudi več desetletij (t. i. prehodno obdobje). Prehodno obdobje je obdobje, ko je situacija dokaj stabilna, novih zaščitnih ukrepov ni pričakovati, večina zgodnjih zaščitnih ukrepov (ali pa morda že vsi) je ukinjenih in velja le še posamezen zaščitni ukrep.

Kadar se načrtuje zaščitne ukrepe daleč vnaprej, se situacijo, kakršna bo v prihodnosti, pozna manj natančno. Zato se znatno težje načrtuje podrobne ukrepe, njihovo trajanje in geografsko območje. Obenem so negotovosti oziroma napaka pri merjenju radioaktivnosti na velikem območju lahko precejšnje, saj je težko pokriti velika območja in uskladiti rezultate včasih tudi različnih merskih metod. Po drugi strani pa za manjše nesreče, kot je npr. transportna nesreča ali najdba izgubljenega vira, delitev dogodka na obdobja niti ni potrebna. V kolikor pa se obdobja že skušajo definirati, so le ta neprimerno krajša kot npr. pri jedrski nesreči, kjer lahko nesreča traja več let, pri transportni nesreči pa le nekaj ur ali morda en dan.

2.2 Optimizacija in upravičenost zaščitnih ukrepov

Pri načrtovanju in izvajanju vseh zaščitnih ukrepov se mora upoštevati načelo optimizacije, ki v tem primeru pomeni, da se v rednih časovnih intervalih ocenjuje učinkovitost zaščitnih ukrepov. Pogostnost intervalov mora biti takšna, da se jo lahko opiše kot stalno. Učinkovitost pomeni, da so prejete ali preostale⁴ doze pod referenčnimi ali operativnimi intervencijskimi ravni, zmanjšane toliko, kot je še to smiselno glede na potencialno škodo. Poizkuša se maksimirati učinek zaščitnih ukrepov, da bodo kar najmanj moteči ob čim večjem (ne največjem) zmanjšanju doz.

Pri optimizaciji se ne omeji le na zmanjšanje doz (radiološke posledice), ampak se upošteva tudi neradiološke posledice, ki imajo lahko zelo negativen učinek in pretehtajo proti uvedbi zaščitnih ukrepov ali pa znatno omejijo njihov obseg in trajanje.

S pravilnim izborom nabora zaščitnih ukrepov se doseže referenčno raven ali pa se spusti pod njo, z metodo optimizacije pa se jo skuša še zmanjšati. Pretirano zmanjševanje doz ni upravičeno, saj je treba upoštevati tudi druge dejavnike in ne samo predvidene (projicirane) doze, kar predstavlja poseben izziv. Zaščitne ukrepe je treba po izvedbi oceniti glede učinkovitosti in jih po potrebi prilagoditi razmeram ali preklicati.

⁴ Preostala doza je doza, ki bi jo prejeli ob upoštevanju zaščitnih ukrepov od začetka izvajanja zaščitnih ukrepov do konca izpostavljenosti sevanju.

ICRP 109 [3] predlaga referenčno raven v razponu med 20 in 100 mSv letno (za posamezen dogodek ali na leto).

Optimizirane vrednosti pod 20 mSv letno so smiselne, če so možne in če je že od začetka nizka izpostavljenost, ki je tega velikostnega reda (nekaj deset mSv/leto) ali manj. Pri optimizaciji se upošteva tudi upravičenost posameznih zaščitnih ukrepov, še posebej pri tistih, ki predstavljajo znaten vpliv na življenje posameznika. Tako je npr. vprašljiva upravičenost preselitve z namenom zmanjšanja izpostavljenosti »le« za nekaj mSv ali celo nekaj 10 mSv na leto. Upravičenost v takšnem primeru je še posebej vprašljiva, če gre za dolgotrajno preselitev. Treba je tudi upoštevati varovanje in ranljivost posameznih skupin⁵. Pri tem je potrebno upoštevati tudi možnost zmanjšanja življenjske dobe zaradi stresa, povezanega s ponovno naselitvijo, možne učinke neustrezne oskrbe bolnih in ranljivih oseb itd.

2.3 Posvetovanje z zainteresirano javnostjo

Posvetovanje z zainteresirano javnostjo (to je npr. prebivalstvo, ki živi v okolici jedrskega objekta I kategorije, lastniki podjetij na tem področju, ...) poteka najbolj intenzivno že v stanju pripravljenosti (pred nesrečo). V takojšnji fazi nesreče se le to zmanjša oziroma skoraj opusti, nadaljuje pa se v zgodnji fazi nesreče, ko sile zaščite in reševanja končajo s svojim delom in nato še bolj intenzivno v prehodni fazi. Način, intenzivnost in vključenost skupin zainteresirane javnosti je odvisna od vrste in obsega nesreče, potencialnih posledic nesreče, raznolikosti vključenih skupin, časa, ki je na razpolago in postopkov, ki jih je potrebno izvesti. V času pripravljenosti sodelovanje ni strogo časovno omejeno, v času nesreče pa je pomembno, da ne ovira izvajanja zaščitne strategije.

V času pripravljenosti je pomembno, da pri dokumentih načrtovanja, tako strategije, kot drugih operativnih dokumentov sodelujejo v prvi vrsti organizacije, ki imajo začrtane naloge in odgovornosti za izvajanje, in javnost, ki jih izvajanje zaščitne strategije neposredno prizadeva (splošna javnost, nevladne organizacije, ...). Način sodelovanja se določi glede na situacijo (objava dokumenta na splet in podajanja pripomb nanj, neposredna srečanja, delavnice, javne objave, javne razgrnitve ipd.). Pomembno je, da se informira prebivalstvo in aktivno sodeluje z javnostjo, saj je to pomemben mehanizem za doseganje boljših in bolj legitimnih odločitev.

2.4 Jedrska nesreča v Sloveniji

Jedrska nesreča je nesreča, pri kateri lahko pride do znatnega izpusta radioaktivnih snovi v okolje. Zaščitna strategija za jedrsko nesrečo v Sloveniji posebej podrobno obravnava dve vrsti nesreč, pri katerih lahko pride do znatnega izpusta radioaktivnih snovi v okolje, in sicer reaktorsko nesrečo v jedrskem objektu kategorije I in nesrečo v bazenu za izrabljeno gorivo, ki je v Sloveniji sestavni del jedrskega objekta kategorije I, tako da to dvojje lahko obravnavamo celovito, saj obe upravlja ena organizacija z načrtom za ukrepanje ob izrednem dogodku, ki pokriva oboje.

⁵ Posameznik, ki je na polovici življenjske dobe, in ki mu ostane še okoli 40 let življenja, bo v preostali življenjski dobi prejel dodatnih 400 mSv (če privzamemo, da nek določen nabor ukrepov predstavlja zmanjšanje za 10 mSv/leto glede na nek drug nabor ukrepov). Teh dodatnih 400 mSv za preostalo življenjsko dobo se lahko primerja s približno 2,5 mSv, ki jih posameznik prejme vsako leto od naravnih virov. Upoštevajmo še, da tveganje za nastanek raka znaša 0.05/Sv. Tak človek linearno »akumulira« tveganje v časovnem obdobju 40 let, torej je njegovo povprečno tveganje $\frac{1}{2} \times 0.4 \text{ Sv} \times 0.05/\text{Sv} = 0.01$. Takšno tveganje je lahko sprejemljivo za določene skupine prebivalstva. Če se upošteva tudi upadanje kontaminacije zaradi radioaktivnega razpada, in tudi zaradi tega, ker se kontaminacija pomika v globlje sloje oziroma se izpira in redči, potem tudi nekaj deset mSv dodatne doze v začetnem obdobju ne more biti podlaga za takšen ukrep, kot je preselitev.

2.4.1 Reaktorska nesreča v jedrskem objektu kategorije I v Sloveniji

V primeru reaktorske nesreče v jedrskem objektu kategorije I, ki se nahaja v Sloveniji, so glede na različne posledice nesreče klasificirane različne stopnje nevarnosti, ki jih ob nesreči razglasi osebje v jedrskem objektu kategorije I.

Eden od možnih scenarijev nesreče v jedrskem objektu kategorije I je odpoved zadrževalnega hrama, ko se lahko v okolje sprostí znatna količina radioaktivnih snovi in potrebni so zaščitni ukrepi za prebivalstvo. Kakšen bo izpust radioaktivnih snovi, je odvisno od mnogih faktorjev: obsega poškodbe sredice, hitrosti puščanja zadrževalnega hrama, ali gre za suh ali za moker izpust. Na koncentracijo in pot radioaktivnih snovi v zraku vpliva tudi vreme. V kolikor pride do izpustov v okolje se zaščitni ukrepi po potrebi predhodno uskladijo.

Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov okrog jedrskega objekta kategorija I so naslednja:

- območje preventivnih zaščitnih ukrepov (OPU), v katerem se na podlagi stanja v objektu takoj ob razglasitvi splošne nevarnosti pričnejo izvajati vsi preventivni zaščitni ukrepi še pred ali tik ob izpustu radioaktivnih snovi z namenom zaščititi prebivalstvo pred determinističnimi učinki sevanja (npr. takojšnja preventivna evakuacija⁶);
- območje takojšnjih zaščitnih ukrepov (OTU) je območje, v katerem se na podlagi strokovne ocene pristojnih služb in meritev pravočasno izvajajo takojšnji zaščitni ukrepi z namenom zaščititi prebivalstvo pred negativnimi posledicami sevanja;
- razširjeno območje ukrepanja (ROU) je zaradi lažjega izvajanja ukrepov po potrebi razdeljeno na več sektorjev, geografsko ločenih območij. Zaščitni ukrepi se izvajajo na podlagi strokovne ocene pristojnih služb in meritev na terenu;
- območje splošne pripravljenosti (OSP) je širše območje, celotno območje RS. Zaščitni ukrepi se izvajajo predvsem na podlagi meritev na terenu.

Pomembna je hitra realizacija zaščitnih ukrepov še zlasti v neposredni bližini jedrskega objekta kategorije I v OPU in OTU. Priporočila IAEA so, da se takojšnji zaščitni ukrepi v OPU in OTU realizirajo v roku 1 ure po ugotovitvi nastanka nesreče. Najučinkovitejši zaščitni ukrep pri tem je preventivna, varno izvedena evakuacija (evakuacija pred izpustom) območij OPU in OTU ob uporabi tablet kalijevega jodida, ki se realizira na osnovi klasifikacije stopnje nevarnosti (v tem primeru splošne nevarnosti). Zaščitni ukrepi v OPU imajo prednost pred realizacijo zaščitnih ukrepov v OTU. Evakuacija OPU in OTU je učinkovitejša od zaklanjanja tudi v primeru, če je realizirana ob izpustu radioaktivnih snovi v okolje, še zlasti, če poteka hitro. V kolikor evakuacija ni možna takoj, je primeren zaščitni ukrep zaklanjanja do 24 ur in hkratno zaužitje tablet kalijevega jodida [12]. Zaužitje tablet kalijevega jodida je ukrep, ki ga izvajamo vzporedno ob evakuaciji ali zaklanjanju in nikoli samostojno [13].

Obdobje izvedbe takojšnjih zaščitnih ukrepov se na podlagi stanja v jedrskem objektu kategorije I začne z razglasitvijo nesreče skladno s postopkom za razglasitev stopnje nesreče. Ta faza običajno traja nekaj ur.

V primeru razglašene stopnje nevarnosti nižje od »splošne nevarnosti«, niso predvideni zaščitni ukrepi v okolici objekta. Glavne začetne aktivnosti so:

⁶ Študije kažejo [10], da evakuacije pri hitrostih nad 7 km na uro, ki se začnejo ob izpustu, zmanjšajo tveganje za zgodnje smrtne žrtve na nič. Tudi evakuacija med izpustom, ki je izvedena peš (če to razmere na terenu dopuščajo), je boljša od kletnih zaklonišč v običajnih domovih. Študija predvideva, da se evakuacija izvaja s hitrostjo hoje, vsi ljudje na območjih s pomembnimi stopnjami kontaminacije pa se tako evakuirajo v roku 6 ur.

- V približno 15. minutah po ugotovljenih pogojih za razglasitev stopnje nevarnosti upravljaavec objekta razglasi stopnjo nesreče (nenormalni dogodek, začetna nevarnost, objektna nevarnost) na podlagi vnaprej določenih kriterijev (EAL), t. i. sprožilcev.
- Jedrski objekt kategorije I začne z aktiviranjem svoje organizacije za obvladovanje nesreče.
- Ob objektni nevarnosti se prične evakuacija osebja, ki ni potrebno za obvladovanje nesreče. Izvajalci zaščitnih ukrepov pričnejo z ukrepi za preprečevanje posledic nesreče in vrnitev v stabilno stanje. Enota za merjenje sevanja prične z merjenjem na območju jedrskega objekta ali v njegovi bližini. Če obstaja verjetnost sproščanja radioaktivnosti v okolico, se izvedejo zaščitni ukrepi v OPU in OTU ter v tistih delih območja ROU, v katere se pričakuje širjenje morebitnega radioaktivnega oblaka [13].
- Glede na situacijo se lahko odredi priprava zaščitnih ukrepov in drugih nalog ter priprava enot in opreme za izvedbo evakuacije, obveščanje prebivalstva o nesreči po informacijskih kanalih, kjer so na voljo informacije in navodila, pripravljalni nasveti za ustanove s posebnimi kolektivnimi odgovornostmi, priprava tablet kalijevega jodida ipd.

Priporočila mednarodnih organizacij (IAEA, HERCA) glede velikosti območij načrtovanja okrog jedrskega objekta kategorije I so le splošne smernice, na podlagi katerih država sama določi konkretne velikosti glede na specifične analize dotičnega objekta, nezgodnih stanj, inventarja sredice, topografije terena, meteorologije in drugih lokalnih pogojev [13]⁷.

V primeru razglasitve splošne nevarnosti se izvaja zaščitna strategija v dveh obdobjih, in sicer v obdobju izvajanja takojšnjih zaščitnih ukrepov in v obdobju izvajanja zgodnjih zaščitnih ukrepov. V obeh obdobjih vzporedno tečejo tudi druge naloge, kot na primer: blažitev neradioloških posledic, registracija prebivalstva, pregled zdravstvenega stanja, dekontaminacija, varstvo pred sevanji izvajalcev zaščitnih ukrepov ipd.

2.4.1.1 Obdobje izvajanja takojšnjih zaščitnih ukrepov na podlagi stanja v jedrskem objektu kategorije I

To obdobje se začne z razglasitvijo splošne nevarnosti v jedrskem objektu kategorije I skladno s postopkom za razglasitev stopnje nesreče. To obdobje običajno traja nekaj ur.

V tem obdobju se mora na podlagi obstoječih analiz posledic težke jedrske nesreče in učinkovitosti zaščitnih ukrepov hitro ukrepati, in sicer v roku nekaj ur, še zlasti v neposredni bližini objekta. Vsaka zamuda bistveno vpliva na učinkovitost ukrepov. Izvajajo se takojšnji zaščitni ukrepi in druge naloge, ki obsegajo evakuacijo, delitev tablet kalijevega jodida, kratkoročno zaklanjanje, ukrepe za preprečitev nenamernega vnosa radioaktivnih snovi v telo, dekontaminacijo ljudi, prepoved uživanja kontaminiranih živil in določitev oseb, ki potrebujejo zdravstveni pregled in zdravstveno oskrbo.

⁷ Za Slovenijo je bila leta 2015 izvedena analiza možnih posledic večjih izpustov radioaktivnih snovi iz jedrskega objekta kategorije I s simulacijo večjega števila izpustov [14], s ciljem določiti razdalje za scenarije, pri katerih so presežene vrednosti za nastop stohastičnih učinkov. Pri tem so rezultati simulacije sproščanja 10 % vsebnosti radioizotopov iz sredice v različnih vremenskih razmerah pokazali, da so izpusti zaradi vremenskih razmer enakomerno razporejeni okoli elektrarne (kar kaže na to, da je to območje potrebno obravnavati homogeno, brez morebitnih geografskih ločnic) in da je za zelo velike izpuste (največjo predstavljivo sestavo radioizotopov skozi filtre) 10 km območje načrtovanja preventivnih zaščitnih ukrepov (OPU) dovolj veliko, upravičeno ga bi bilo celo zmanjšati. Pri nefiltriranih izpustih mimo zadrževalnega hrama, za katere verjetnost je pri dveh možnih scenarijih izredno majhna ($5,2 \cdot 10^{-7}$), pa bi bilo potrebno ukrepanje v območju 25 km okoli jedrskega objekta kategorije I ali celo dlje. Z analizo je bilo ocenjeno, da za te dogodke zaradi izredno majhne verjetnosti nastanka (manj kot enkrat na milijon let) pripravljenost za ukrepanje ni upravičena [13].

2.4.1.2 Obdobje izvajanja zgodnjih ukrepov na podlagi meritev radioaktivnosti v okolju

Obdobje izvajanja zgodnjih zaščitnih ukrepov se začne, ko so na razpolago meritve radioaktivnosti na območju, ki ga je zajela nesreča (t. j. od nekaj ur do približno enega dneva po razglasitvi splošne nevarnosti). To obdobje lahko traja nekaj dni ali tednov, lahko tudi mesecev. Trajanje je omejeno, dokler niso na voljo dovolj zanesljive meritve na celotnem prizadetem območju in izvedeni zgodnji zaščitni ukrepi.

Glavna značilnost tega obdobja je pridobitev natančnih podatkov o kontaminiranih območjih, za kar je treba opraviti meritve. Prva prioriteta za izvajanje meritev, kjer se meri hitrost doze, obenem pa se jemljejo tudi vzorci zemlje in živil (lokalno pridelane hrane, pitne vode, mleka), so naseljena območja, ki niso bila evakuirana, da se ugotovi, ali jih je treba evakuirati ali preseliti prebivalstvo. Iz meritev živil (lokalno pridelane hrane, pitne vode in mleka) se pridobijo podatki, ki vodijo odločanje glede omejitev po prehranski verigi. V tem obdobju pride tudi do razširitve zaščitnih ukrepov glede na prvo obdobje.

Na podlagi vnaprej določenih operativnih meril, npr. operativnih intervencijskih ravni (OIR) [8, Priloga 4], se določijo območja, kjer so upravičeni zgodnji zaščitni ukrepi in druge naloge. Cilj je določiti področja, na katerih so vnaprej določene OIR presežene in ki zahtevajo naslednje zgodnje ukrepe:

- preselitev;
- omejitve uporabe lokalnih proizvodov, mleka pašnih živali, pitne vode in krmil za kontaminirana območja, ki niso bila zajeta v prvem obdobju.

Če se izkaže, da OIR niso bile presežene, se omejitve lahko odpravi, če je situacija stabilna. Tudi v tem obdobju je treba skrbeti za prebivalstvo, ki potrebuje zdravstveni pregled in zdravstveno oskrbo.

V obdobju zgodnjih zaščitnih ukrepov nesreče se v splošnem stanje v krajšem obdobju (dnevi ali celo tedni) bistveno ne spreminja. Na razpolago je tudi več časa, zato je koristna vključitev vseh ustreznih deležnikov v odločevalski proces o zaščitnih ukrepih in dekontaminacijskih metodah. Vendar se ne sme povsem izključiti kasnejših, lahko tudi znatnejših, radioaktivnih izpustov v okolje. Sprejme se odločitev o zaščitnih ukrepih in koordinirajo se meritve radioaktivnosti v okolju. Podatkovna baza teh meritev predstavlja glavno osnovo za sprejemanje odločitev.

Vsako območje, ki je podvrženo evakuaciji in preselitvi ob jedrski nesreči, je potrebno ustrezno zavarovati in nadzirati. Zapora območja mora biti javno objavljena in izvedena s fizičnimi zapori tako, da se zaprejo cestni dostopi do ogroženih območij in vzpostavijo nadzorne točke. Zaprta območja se nadzirajo, kontrolira se tudi dostope in izhode ljudi s teh območij. Nadzorne točke služijo tudi kot vstopne točke za izvajalce zaščitnih ukrepov. Ob tem je potrebno ljudi evidentirati, da se vzpostavi pregled nad stanjem, kdo je opravil pregled in morebitno dekontaminacijo in kdo ne. Takšen nadzor velja tudi za material, ki se vnaša ali iznaša iz kontaminiranega področja. Ob tem je potreben nadzor nad radioaktivnimi odpadki.

Prepoved ali omejitev uporabe kontaminiranih živil (lokalno pridelane hrane, pitne vode in mleka) in krmil ter preselitev ljudi imajo prednost pred ostalimi nalogami in ukrepi. Ker je uspešnost ukrepov odvisna od pravočasne in ustrezne informiranosti prebivalcev in izvajalcev zaščitnih ukrepov, je vzpostavitev informacijske mreže ena od prednostnih nalog.

Ob izvajanju ukrepov je nujno dokumentiranje vseh ukrepov. Le tako je mogoče dolgoročno zagotoviti nadzor nad gibanjem prebivalcev, nadzor nad njihovimi dozami in dozami izvajalcev zaščitnih ukrepov ter njihov zdravstveni nadzor, v kolikor je potreben. Dokumentiranje vseh ukrepov zagotavlja tudi nadzor nad vsemi posegi v okolje, kar omogoča dolgoročno načrtovanje s prostorom, ustrezno ravnanje z radioaktivnimi odpadki in zmanjševanje škode, ki jo prinaša jedrska nesreča.

Zaščitne ukrepe je med potekom nesreče treba ob upoštevanju učinkov ionizirajočega sevanja prilagajati tudi prevladujočim družbenim razmeram in razvoju dogodkov. Prav pri blaženju posledic se lahko izkaže, da veliko ukrepov ni mogoče predvideti vnaprej. Optimizirati je potrebno tudi operativne intervencijske ravni.

Za učinkovito obvladovanje nesreče s čezmejnimi posledicami je potrebno sodelovanje z državami, ki so ali ki bi potencialno lahko bile prizadete ob nesreči. To sodelovanje vključuje izmenjavo informacij o stanju izpostavljenosti, usklajevanje zaščitnih ukrepov in informacij za javnost preko dvostranskih ali mednarodnih sistemov za izmenjavo in usklajevanje informacij [5]. Smiselno je, da so območja načrtovanja usklajena na meddržavnem nivoju v primerih, če slednja segajo preko državnih meja na ozemlje druge države.⁸

2.4.2 Nesreča v bazenu za izrabljeno jedrsko gorivo

Kljub temu, da se z ustreznimi nacionalnimi ureditvami zagotavlja visoko raven varnosti pri ravnanju z izrabljenim gorivom [15], lahko poleg reaktorske nesreče v jedrskem objektu kategorije I lahkovodnih jedrskih reaktorjev pride tudi do nesreče v bazenu za izrabljeno jedrsko gorivo⁹, ko iz različnih možnih vzrokov ni več zagotovljeno hlajenje izrabljenega goriva, ki tudi po ustavitvi verižne reakcije zaradi radioaktivnega razpada sprošča zaostalo toploto.

Ob izgubi hlajenja v bazenu za izrabljeno gorivo lahko pride do odkritja izrabljenega goriva, kar v odvisnosti od poteka dogodkov vodi v zgodnji ali kasnejši izpust radioaktivnosti iz izrabljenega goriva. Hitrost doze zaradi sevanja goriva je odvisna od nivoja vode v bazenu izrabljenega goriva, zgodnji ali kasnejši izpust radioaktivnosti iz izrabljenega goriva pa od poškodovanosti elementov izrabljenega goriva, dinamike segrevanja (hitrosti izparevanja oz. izhlapevanja vode zaradi dogodkov v tehnološkem procesu, požara, notranje poplave, potresa, ...) in hitrosti praznjenja bazena (npr. v primeru izgube hladila zaradi poškodb struktur bazena).

V celotni zgodovini jedrske energetike ni prišlo do večje nesreče v bazenu za izrabljeno jedrsko gorivo z znatnim izpustom radioaktivnih snovi v okolje, saj velike količine vode v bazenu zagotavljajo dovolj časa, preden bi voda izhlapela zaradi katere je možno izredne dogodke pravočasno obvladovati [16] in med nesrečo odvisno od scenarija in nivoja vode v bazenu izvesti ustrezne ukrepe (kot npr. dodajanje vode v bazen, zaustavitev elektrarne itd. [17]. Verjetnost za nesreče v bazenu za izrabljeno gorivo je sicer res izjemno majhna, a so posledice v okolju zaradi tovrstne nesreče primerljive s posledicami reaktorske nesreče [18]. Tako zaradi posledic, kot zaradi dejstva, da je bazen z izrabljenim gorivom na lokaciji jedrskega objekta, na osnovi razglašene stopnje nevarnosti za zaščito prebivalstva in okolja ukrepamo enako kot ob reaktorski nesreči (poglavje 2.4.1). Pri tem upoštevamo definirana območja načrtovanja zaščitnih ukrepov, izvajamo predvidene ukrepe in njihovo optimizacijo ter sodelujemo z državami, ki so ali ki bi potencialno lahko bile, prizadete ob nesreči.

2.5 Jedrska nesreča v tujini

V primeru jedrske nesreče v tujini se ne pričakuje znatnejših ravni sevanja, ki bi zahtevale uvedbo takojšnjih zaščitnih ukrepov na ozemlju Slovenije. Predviden nabor zaščitnih ukrepov se nanaša predvsem na omejitve nenujnih potovanj oseb z oziroma na ogroženo območje v tujini in ukrepe po

⁸ To velja za območje dolgoročnih zaščitnih ukrepov okoli objekta kategorije I v Sloveniji (Nuklearne elektrarne Krško), ki sega tudi na ozemlje republike Hrvaške.

⁹ V manjšem obsegu za objekt kategorije I v Sloveniji vir ogroženosti za okolje predstavljajo tudi radioaktivni plini v shranjevalniku za razpad radioaktivnih plinov [18, poglavje 3.0].

prehrambni verigi – predvsem ukrepe, ki se nanašajo na uvoz živil in splošnih predmetov, ki prihajajo iz ogroženega območja. Slovenija je dolžna nadzirati uvoz živil in splošne predmete na zunanjih mejah, ki predstavljajo vstopno točko v EU.

Za nadzor živil in dobrin se aktivirajo t. i. speče uredbe, kot so »Uredba Sveta (Euratom) 2016/52 z dne 15. januarja 2016 o najvišjih dovoljenih stopnjah radioaktivnega onesnaženja živil in krme po jedrski ali radiološki nesreči in razveljavitvi Uredbe (Euratom) št. 3954/87 ter uredb Komisije (Euratom) št. 944/89 in (Euratom) št. 770/90« in podobne uredbe ter drugi predpisi, ki jih bo sprejela Evropska komisija za nadzor dobrin in živil ob nesreči, kot je bilo v primeru nesreč v Černobilu in Fukušimi.

Izvajati je potrebno tudi monitoring v okolju, ker je ob večji jedrski nesreči v tujini vpliv lahko čezmejen in so posledice nesreče možne tudi na slovenskem ozemlju. Ogrožen je lahko del Slovenije ali celotna Slovenija. Poleg tega je potrebno poskrbeti tudi za slovenske državljane, ki se nahajajo na ogroženem območju. Pri evakuiranih prebivalcih, ki se iz ogroženega območja vračajo nazaj v Slovenijo, je na državni meji in drugih vstopnih točkah (npr. letališčih) potrebno izvesti meritve kontaminacije in po potrebi dekontaminacijo. Meritve kontaminacije in dekontaminacijo je potrebno izvesti tudi za prevozna sredstva, ki se vračajo iz ogroženega območja.

2.6 Radiološka nesreča

Za radiološko nesrečo ni vnaprej načrtovanih zaščitnih ukrepov in območij. Potencialni obseg nesreče glede na območje in število ogroženih ljudi je majhen ali zanemarljiv glede na jedrsko nesrečo.

Pri radiološki nesreči se uporablja enake kriterije in podoben nabor zaščitnih ukrepov kot pri jedrski nesreči. Tako kot pri jedrski nesreči tudi pri radioloških nesrečah velja načelo, da se najprej rešujejo življenja, ob upoštevanju, da običajna zaščitna sredstva izvajalcev zaščitnih ukrepov nudijo ustrezno zaščito pred kontaminacijo. Obenem pa hitra izvedba ukrepanja zmanjšuje dozo zaradi zunanjega sevanja. Treba je izpostaviti konvencionalno (nejedrsko) ogroženost oseb, ki ne izključuje obsevanosti in ki so poškodovane ali ogrožene zaradi te nesreče.

Nabor zaščitnih ukrepov je v primeru radiološke nesreče znatno zmanjšan. Najprimernejša je evakuacija (zaužitje tablet kalijevega jodida in zaklanjanje nista predvidena), prav tako pa so omejitve glede živil, krme in splošnih predmetov praktično zanemarljive, tudi glede na obseg območja oziroma količino splošnih predmetov. Evakuacija ali morebiti trajna preselitev ne prizadene znatnega števila ljudi, zato vnaprejšnje načrtovanje ni potrebno. Če gre za odprte vire, je skoraj vedno potrebna tudi dekontaminacija.

Posebnost odziva pri radioloških nesrečah, ki so povzročene s kriminalnim dejanjem (kraja, sabotaža, izsiljevanje, uporaba »umazane bombe«), katerih verjetnost je sicer majhna [1], je zlasti v primerih, ko bi obstajala grožnja in bi bilo treba jedrske ali radioaktivne snovi locirati. Pri tem je ključno sodelovanje enot zaščite in reševanja z enotami, ki izvajajo meritve sevanja. V primerih, ko bi obstajala grožnja in bi bilo treba poiskati, kje bi se lahko nahajale jedrske ali radioaktivne snovi, pa so pomembni tudi obveščevalni podatki. Največjo grožnjo, ki je sicer najmanj verjetna, bi predstavljala »umazana bomba« ali druga razpršitev razpršljivih radioaktivnih snovi. Postopa se enako kot v primeru radiološke nesreče, le da se še dodatno upošteva možnost eksplozije. Temu primerno se prilagodijo zaščitni ukrepi, ki se izvajajo zaradi varnosti prebivalstva ne glede na sevalno ogroženost.

2.6.1 Možni scenariji radioloških nesreč

Nesreča pri uporabi radioaktivnih virov

Možni vzroki nesreče so različni. Lahko pride do nepravilne uporabe radioaktivnih snovi, neustrezne izdelave orodja za rokovanje z virom sevanja, do razlitja ali razsutja vira, kar lahko vodi do nenamerne zunanje obsevanosti osebe in/ali okolja. Obseg nesreče je običajno v takem primeru manjši kot pri jedrski nesreči. Primeri iz prakse v tujini pa so že pokazali, da lahko zaradi spleta okoliščin postane nesreča večjih razsežnosti, v kolikor vir preide v prezračevalno napravo in se na tak način kontaminira večje področje in večje število ljudi. Prav tako lahko je nesreča večjih razsežnosti, v kolikor bi ob razsutju ali razlitju hkrati prišlo do požara ali eksplozije. Kontaminacijo ljudi in okolja se zagotovi s hitrim ukrepanjem pristojnih organizacij. Splošno prebivalstvo v takšnih primerih običajno ni ogroženo, potrebno pa je zagotoviti, da se zavaruje območje nesreče in hkrati prepreči dostop na območje ter morebitno širjenje kontaminacije.

Nesreča zaradi kriminalnega dejanja

Do nesreče z radioaktivnimi viri lahko pride zaradi tatvine, sabotaže, izsiljevanja, namernega izpusta radioaktivnih snovi, planirane eksplozije ali terorizma. Pri tovrstnih nesrečah so možni različni poteki, od nenamernega obsevanja zaradi nepoznavanja radioaktivnih snovi, do namernega obsevanja ljudi, ki načrtno pripelje do zdravstvenih posledic. V primeru tovrstne nesreče morajo biti interventni ukrepi zaradi varovanja zdravja ljudi hitri in dobro premišljeni. Interventno osebje mora poleg hitrega in učinkovitega delovanja imeti tudi kriminalistično znanje, saj je potrebno predvideti morebitne kasnejše posledice in morebitne ponovitve. Kljub situaciji na kraju dejanja je potrebno ljudi hitro odstraniti z lokacije, saj se s tem prepreči nadaljnja kontaminacija ali prepreči ponovno izpostavljenost nevarnosti. Zaščititi se mora večje področje, saj se ne ve, kakšni bodo morebitni nadaljnji poizkusi. Nujno je o tem potrebno v čim krajšem času seznaniti upravni organ za jedrsko varnost in upravni organ za zagotavljanje reda in varnosti, sosednje države ter mednarodne organizacije, da se prepreči morebitne ponovitve na drugih lokacijah.

2.7 Ostale nesreče

V oceni ogroženosti [1] so poleg že navedenih nesreč v jedrskih objektih v Sloveniji in tujini ter radioloških nesreč obravnavani še naslednji scenariji: padec satelita z radioaktivnimi snovmi, plovila na jedrski pogon in poškodba odlagališč jalovine na nekdanjem Rudnik Žirovski vrh (RŽV).

Padec satelita

V primeru padca satelita je potrebno predvideti predvsem prehrabne ukrepe, lociranje »vročih točk« in izvajanje dekontaminacije.

Plovila na jedrski pogon

Verjetnost nesreče na plovilu na jedrskih pogon v Sloveniji je izredno majhna, zato v obalnem območju območja ukrepanja niso vnaprej načrtovana. Smiselno se izvajajo vsi ukrepi kot ob radiološki nesreči.

Poškodba odlagališč jalovine na nekdanjem RŽV

Dolgoročno stanje odlagališč Jazbec in Boršt je določeno s projektom končne ureditve odlagališča ter s projektom izvedenih del. V primeru potrebe po sanaciji odlagališča zaradi nesreče bo potrebno

zavarovati območje pred dostopom nezaposlenih. Z vizualnim ogledom in meritvami stanja se ugotovi vrsta, velikost in pomembnost poškodb, ko se razmere stabilizirajo, pa je potrebno izvesti sanacijo nastalega stanja. Osnova za sanacijo ugotovljenih poškodb je projekt za izvedbo del in projekt izvedenih del, v katerih morajo biti navedene vse podrobnosti in normativi za izvedbo ter stanje po izvedbi končne ureditve. Kvaliteto izvedenih del in izvedbo morebitne potrebne dekontaminacije površin [19, 20] je potrebno preveriti z meritvami.

2.8 Varstvo pred sevanji za izvajalce zaščitnih ukrepov

Nosilci zaščitnih ukrepov zagotavljajo varstvo pred sevanji za pripadnike svojih enot tako, da:

- a) niso presežene dozne omejitve za izvajalce zaščitnih ukrepov, njihova izpostavljenost pa je optimizirana [8];
- b) ocenjujejo izpostavljenosti izvajalcev zaščitnih ukrepov (radiološki nadzor), vključno z osebno dozimetrijo, kadar je to potrebno;
- c) so izvajalci zaščitnih ukrepov usposobljeni za dela, ki jih izvajajo ter seznanjeni z ukrepi varstva pred sevanji in morebitnimi tveganji [17];
- d) izvajalci zaščitnih ukrepov uporabljajo ustrezno osebno varovalno opremo, kadar je ta potrebna;
- e) se po potrebi izvede osebna dekontaminacija vključno z opremo, ki jo izvajalci zaščitnih ukrepov uporabljajo;
- f) izvajalci zaščitnih ukrepov izpolnjujejo zdravstvene zahteve za svoje delovno mesto [18];
- g) če je verjetno, da je izvajalec zaščitnih ukrepov prejel učinkovito dozo sevanja večjo kot 20 mSv, je po končani intervenciji izvajalca treba napotiti na izredni zdravstveni pregled k pooblaščenemu zdravniku medicine dela. Če se sumi, da je prišlo do izpostavljenosti, ki bi lahko povzročila deterministične učinke, je treba vzorce krvi za biodozimetrične analize odvzeti takoj, ko je to mogoče.

Če so v izvajanje zaščitnih ukrepov morebiti vključeni tudi posamezniki iz prebivalstva (pomočniki), je tudi zanje potrebno smiselno zagotoviti opisane ukrepe varstva pred sevanji glede na vrsto del, ki jih te osebe opravljajo in tveganja, ki so z njimi povezana.

Upravljalci jedrskih in sevalnih objektov, ki bi s svojo dejavnostjo lahko povzročili nesrečo, morajo skladno s svojimi načrti zaščite in reševanja zagotoviti izvajanje zgoraj opisanih ukrepov varstva pred sevanji v primeru nesreče za svoje delavce. Ob tem je treba upoštevati, da bodo delavci, zaposleni v objektu, praviloma prvi na kraju nesreče ter neposredno vključeni v obvladovanje virov sevanja in same situacije in bodo zato praviloma med najbolj izpostavljenimi.

Ostali izvajalci sevalnih dejavnosti morajo skladno s svojimi navodili za ukrepanje ob nesreči zagotoviti izvajanje ukrepov varstva pred sevanji za svoje delavce in morebitne druge udeležene v nesreči, pri čemer se, glede na vrsto dejavnosti in stopnjo tveganja, smiselno upoštevajo zgoraj opisani ukrepi.

Pri načrtovanju zaščitnih ukrepov je treba zagotoviti, da učinkovite doze za posameznike ne presegajo referenčnih ravni.

2.9 Registracija prebivalstva in zdravstvena oskrba

V primeru jedrske ali radiološke nesreče je nujna čim prejšnja registracija prebivalstva na območju, ocena prejetih doz in potreb po zdravstvenem pregledu ter svetovanju oziroma nadaljnjem spremljanju. Pri tem je izvajalcem lahko v pomoč centralna evidenca evakuiranih in preseljenih oseb.

Sprejem in oskrba ogroženih prebivalcev obsega nudenje zatočišč in nujne oskrbe (zdravstvene, oskrbo s pitno vodo, živili, obleko ter drugimi življenjsko pomembnimi sredstvi, z električno energijo, psihološko pomoč ter obveščanje in izobraževanje šoloobveznih otrok ter tudi zagotavljanje nujnih prometnih povezav in delovanja komunalne infrastrukture) prebivalcem, ki so se zaradi ogroženosti območja, kjer prebivajo, umaknili iz svojih prebivališč. Pri obravnavi evakuirancev v nastanitvenih centrih je pomembno, da ljudje dobijo nujno zdravstveno oskrbo in psihosocialno pomoč. Vzpostaviti je potrebno tudi nadzor nad dozami in spremljanjem zdravstvenega stanja, kjer je to potrebno.

3 ZAŠČITNA STRATEGIJA – PRIPRAVLJENOST NA IZVAJANJE (INFRASTRUKTURA)

Za učinkovito izvajanje zaščitne strategije mora biti zagotovljena najboljša možna pripravljenost, na razpolago mora biti potrebna infrastruktura, vključno s postopki in metodologijo za izvajanje zaščitnih ukrepov. V nadaljevanju so opisani vsi glavni elementi pripravljenosti, ki jih je treba zagotoviti pred nesrečo in jih uporabiti ali izvajati med njo.

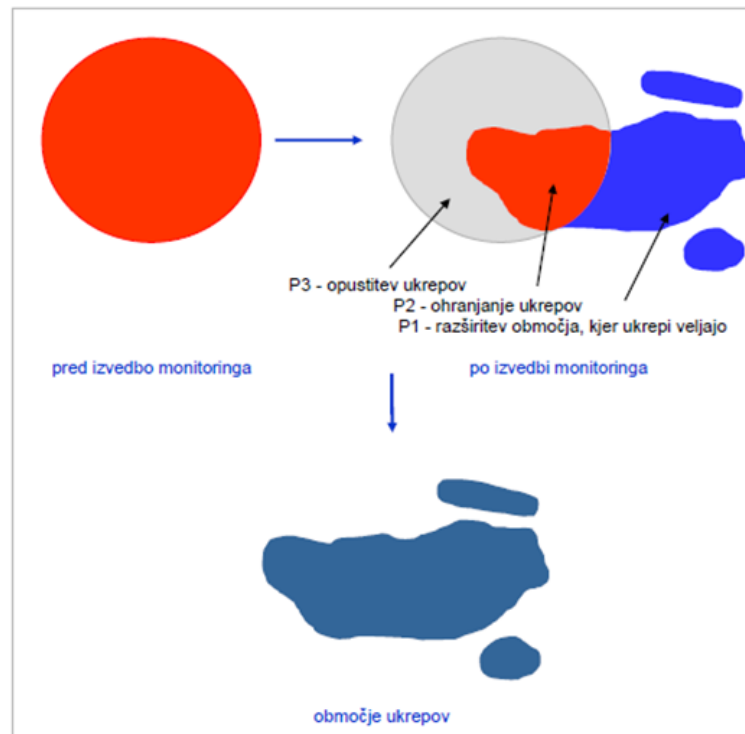
3.1 Meritve radioaktivnosti v okolju

Namen izrednega monitoringa (meritev) radioaktivnosti je pravočasna zagotovitev podatkov o stopnji in vrsti zunanjega sevanja in radioaktivni kontaminaciji v primeru jedrske ali radiološke nesreče. Ti podatki so osnova pri odločanju o potrebnih zaščitnih ukrepih za prebivalstvo in izvajalce zaščitnih ukrepov, informacije, ki se jih pridobi z meritvami, so potrebne tudi za obveščanje javnosti o stopnji nevarnosti in za določitev tistih oseb, ki jih je potrebno zdravstveno spremljati in za mednarodno izmenjavo informacij.

Potrebno je (slika 2):

- uvesti zaščitne ukrepe za zaščito prebivalcev na novo prepoznanih kontaminiranih območjih (območja P1);
- zagotoviti nadaljevanje že uvedenih zaščitnih ukrepov (območja P2);
- opustiti zaščitne ukrepe, ki so bili že uvedeni (območja P3).

Slika 2 prikazuje vse tri možne situacije območij pred in po izvedbi izrednega monitoringa okolja. Po izvedbi monitoringa se območja določijo na novo in se tudi smiselno združijo.



Slika 2: Območja z zaščitnimi ukrepi [21].

Izredni monitoring se izvaja na mestih in v okoljskih vzorcih, kjer je to smiselno, na primer meritve kontaminacije pitne vode se izvaja tam, kjer se voda uporablja za pitje, oziroma bi lahko prišlo do kontaminacije okolja zaradi izlitja kontaminirane vode. Monitoring okolja se lahko izvede v krajšem časovnem obdobju, na primer v dveh mesecih, lahko pa je potrebno monitoring okolja izvajati tudi več let ali desetletij. Meritve kontaminacije živil je potrebno po večji nesreči izvajati tudi po več desetletij.

Izredni monitoring radioaktivnosti sestavljajo meritve radioaktivnosti pri viru sevanja, meritve radioaktivnosti v okolju in meritve obsevanja ljudi. Obseg izrednega monitoringa se sproti določa glede na vrsto in razsežnost nesreče, program pa se pripravi v začetnih fazah nesreče in se ga sproti dopolnjuje, upoštevajoč razvoj dogodkov. V primeru nesreče se pričakuje veliko število meritev, tako da je za izvajanje izrednega monitoringa zahtevana povečana zmogljivost merilne opreme. Poleg tega morajo izvajalci razpolagati z ustrezno opremo za osebno radiološko zaščito, biti izurjeni za delo v pogojih povišanega sevanja in v stresnih pogojih. V svojih prostorih morajo dodatno zavarovati merilno opremo in dostop v merilne prostore, da se prepreči njihova kontaminacija.

Na podlagi monitoringa se pripravi analiza vseh treh območij (P1-P3) in predlog zaščitnih ukrepov. V primeru manjšega območja poteka uvedba dodatnih zaščitnih ukrepov ali njihova opustitev kasneje, po izvedbi monitoringa okolja.

Pred izvedbo zaščitnega ukrepa na podlagi meritev v okolju, ki vključuje izpostavljenost sevanju, je smiselno analizirati predvidene doze, ki bi jih prejeli izvajalci zaščitnih ukrepov oziroma prebivalci (pomočniki). Po izvedenem ukrepu je potrebno analizirati prejete doze in ustrezno ukrepati.

3.2 Referenčna raven izpostavljenosti

V primeru nesreče so vsi zaščitni ukrepi namenjeni temu, da je prebivalstvo čim manj izpostavljeno sevanju, da se zmanjša druga škoda ter da se ljudje v čim krajšem možnem času vrnejo v kraj bivanja

in nadaljujejo z življenjem kot pred nesrečo. Pri načrtovanju odzivanja na nesreče je splošni cilj, da letna doza sevanja ne preseže referenčnih ravni, ki morajo biti zakonsko določene.

Referenčna raven za efektivne doze je v Sloveniji v veljavni zakonodaji [8] v skladu z mednarodnimi smernicami postavljena na 20 mSv na leto za obstoječe izpostavljenosti in 100 mSv za izpostavljenost ob nesreči. V določenih primerih in glede na fazo nesreče se lahko uporabljajo referenčne ravni, nižje od že določenih ravni:

- za izpostavljenost ob nesreči, se lahko priporoči referenčno raven, manjšo od 100 mSv, tudi manjšo od 20 mSv, če je mogoče zagotoviti ustrezno zaščito ali niso povzročeni previsoki stroški;
- za posebne primere obstoječe izpostavljenosti, povezane z viri ionizirajočega sevanja ali prenosnimi potmi, se lahko določi referenčno raven, manjšo od 20 mSv na leto, tudi manjšo od 1 mSv na leto, če je to ekonomsko in socialno upravičeno.

Poleg tega se lahko določi tudi ustrezne referenčne ravni za prehod iz izpostavljenosti ob nesreči na obstoječo izpostavljenost zlasti ob koncu zgodnjih zaščitnih ukrepov, kot je preselitev. Pri tem je treba upoštevati prevladujoče razmere in družbena merila, ki lahko vključujejo:

- za izpostavljenost do vključno 1 mSv na leto: splošne informacije o ravni izpostavljenosti brez posebnega obravnavanja izpostavljenosti posameznikov;
- za izpostavljenost do vključno 20 mSv na leto: posebne informacije, na podlagi katerih lahko posamezniki po možnosti obvladujejo lastno izpostavljenost;
- za izpostavljenost do vključno 100 mSv na leto: oceno doz posameznikov in posebne informacije o nevarnostih sevanj ter razpoložljivih ukrepih za zmanjšanje izpostavljenosti.

Za optimizacijo varstva pred sevanji se pri izpostavljenosti ob nesrečah in pri obstoječi izpostavljenosti uporabljajo referenčne ravni [4]. Le te so odvisne od vrste izpostavljenosti in morajo upoštevati zahteve varstva pred sevanji in tudi druge družbene vidike. Pri optimizaciji varstva pred sevanji se prednostno obravnavajo izpostavljenosti nad referenčnimi ravnmi, vendar se optimizacija varstva izvaja tudi pod referenčnimi ravnmi.

3.3 Operativne intervencijske ravni

Vrednost operativnih intervencijskih ravni (v nadaljevanju OIR) se izraža z neposredno merljivo količino, kot je hitrost doze zunanjega sevanja, površinska kontaminacija ali koncentracija radioaktivnih snovi v zraku in živilih (lokalno pridelani hrani, pitni vodi in mleku). Operativne intervencijske ravni se uporablja za odločanje o intervencijskih ukrepih. OIR so v Sloveniji v veljavni zakonodaji [8] določene na podlagi referenčne ravni 100 mSv. Pri uporabi nižjih referenčnih ravni je treba OIR sorazmerno zmanjšati skozi proces optimizacije.

Za operativno odločanje o zaščitnih ukrepih in s tem zagotavljanje izpolnjevanja splošnih meril je treba uporabljati OIR, katerih vrednosti so vnaprej določene.

OIR 1, OIR 2 in OIR 3 za hitrost doze zaradi useda se uporabljajo, da bi se ugotovilo, kje je zaradi useda potrebna evakuacija, premestitev ali omejitev porabe ali distribucije lokalnih izdelkov, gozdnih plodov (gobe ipd.), mleka od krav na prostem, deževnice in hrane za živali, ki bi lahko bili kontaminirani.

Vrednost OIR 4 se uporabi za oceno, ali ravni radioaktivne kontaminacije kože zahtevajo zdravstveni pregled ali dodatne medicinske ukrepe.

OIR 5 in OIR 6 iz zgodovinskih razlogov ni [8].

Vrednosti OIR 7, izražene kot koncentracije (Bq/kg) dveh značilnih radionuklidov (^{131}I in ^{137}Cs), se uporabljajo kot kazalniki za ugotavljanje, ali so živila (lokalno pridelana hrana, pitna voda in mleko) varni za ljudi, ne da bi opravili celovito spektroskopsko (radionuklidno) analizo.

OIR 8 se uporablja za oceno, ali koncentracija radioaktivnega joda v ščitnici osebe zahteva dodaten zdravstveni pregled in spremljanje.

Izvajalci intervencijskih ukrepov so praviloma prvi, ki prispejo na kraj nesreče, razen v jedrskih in sevalnih objektih, kjer zaposleno osebje ukrepa najprej. Pri načrtovanju in izvajanju posamezne vrste intervencijskih ukrepov, njihovega obsega in trajanja, je treba zagotoviti optimizacijo varstva ljudi na območju intervencije tako, da so na kolikor mogoči nizki ravni izpostavljeni ionizirajočim sevanjem ob upoštevanju gospodarskih in družbenih koristi intervencijskih ukrepov.

Dozne obremenitve posameznikov ne smejo preseči vrednosti doznih omejitev za profesionalne delavce z viri ionizirajočega sevanja, razen, če bi z izvajanjem ukrepa obvarovali življenje in zdravje večjega števila ljudi ali preprečili razvoj dogodkov s katastrofalnimi posledicami.

V kolikor obstaja možnost, da so posamezniki zaradi jedrske ali radiološke nesreče v kratkem času prejeli znatne doze, je nujno treba ukrepati ne glede na vse okoliščine, saj lahko le tako preprečimo deterministične učinke. Splošna merila za absorbirane doze, prejete v kratkem času, pri katerih je treba ukrepati v vsakem primeru, da bi preprečili deterministične učinke so osnova za dekontaminacijo, zdravstveno oskrbo, takojšnje ukrepe in če je le možno se izvede še pred izpustom.

V primeru jedrske ali radiološke nesreče je treba izvajati zaščitne ukrepe, s katerimi bi zmanjšali tveganje zaradi stohastičnih učinkov izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem. Zmanjšati je treba tudi tveganje prebivalcev zaradi zaužitja kontaminiranih živil in uporabe kontaminiranih splošnih predmetov. Zagotoviti je treba, da prejeta efektivna doza, ob upoštevanju vseh prenosnih poti, ne presega ene desetine vrednosti, določene v splošnih merilih za ukrepanje pri jedrski ali radiološki nesreči z namenom preprečitve stohastičnih učinkov [8]. To je osnova za dekontaminacijo, zdravstveno oskrbo, takojšnje ukrepe in če je le možno se izvede še pred izpustom. Če ni mogoče zagotoviti nadomestnih živil, je dovoljeno uživanje kontaminiranih živil, dokler niso zagotovljena nadomestna, pod pogojem, da projicirane doze ne presegajo vrednosti, določenih v splošnih merilih za ukrepanje pri jedrski ali radiološki nesreči z namenom preprečitve stohastičnih učinkov [8].

Zmanjšati je treba tudi tveganje zaradi uporabe kontaminiranih vozil, opreme in drugih splošnih predmetov.

3.4 Zaščitni ukrepi za prebivalstvo

V primeru jedrske ali radiološke nesreče je nujno potrebno izvajati tudi zaščitne ukrepe za prebivalstvo. Takojšnji ukrepi se izvajajo v območju preventivnih in takojšnjih ukrepov (OPU in OTU), medtem ko za zgodnje ukrepe velja, da se v razširjenem območju ukrepov (ROU) izvajajo zgodnji zaščitni ukrepi, kot so preselitev in prehrabni ukrepi (omejitve v zvezi s kontaminiranimi živili), medtem ko se na območju prehrabnih ukrepov in omejitev uporabe splošnih predmetov (OSP-območje splošne pripravljenosti, ki zajema celotno Slovenijo) pričakujejo in uvajajo predvsem prehrabni ukrepi in omejuje rabo določenih splošnih predmetov rabe. V vseh območjih se izvajajo tudi ustrezni drugi ukrepi, kot so:

- zapora in nadzor območja;

- preprečitev nenamernega vnosa¹⁰;
- uporaba osebnih zaščitnih sredstev;
- dekontaminacija ljudi, živali in opreme vključno s predelavo živil in krme;
- oskrba poškodovanih in obsevanih oseb.

Da bi se izognili determinističnim in stohastičnim učinkom ionizirajočega sevanja, se pri načrtih zaščite in reševanja za jedrske in radiološke nesreče in pri odrejanju zaščitnih ukrepov upoštevajo:

- referenčne ravni za izpostavljenost prebivalstva ter poklicno izpostavljenost [8];
- strategija za zaščito prebivalcev, ki bi lahko bili izpostavljeni ob različnih dogodkih in z njimi povezanimi predvideni scenariji;
- splošna merila za posamezne zaščitne ukrepe [8];
- interventne operativne ravni za izvedbo zaščitnih ukrepov [8].

Interventne ravni so definirane na takšen način, da njihovo upoštevanje zagotavlja izpostavljenost prebivalstva pod referenčnimi ravni.

Zaščitni ukrepi se lahko razdelijo v:

- takojšnje zaščitne ukrepe, ki so namenjeni preprečevanju determinističnih učinkov sevanja in
- zgodnje zaščitne ukrepe in druge naloge, ki so sprejeti z namenom preprečevanja stohastičnih učinkov sevanja.

Izvedejo se lahko v dneh in več tednih, trajajo pa lahko tudi dalj časa. Za dolgožive radionuklide lahko posamezni ukrepi trajajo desetletja. Vsi zaščitni ukrepi so namenjeni temu, da je izpostavljenost prebivalstva sevanju čim manjša.

3.4.1 Zaklanjanje

Zaklanjanje je zadrževanje ljudi in živali v zaprtih prostorih ob izrednem dogodku, da se izognejo dozam zaradi zunanje obsevanosti in vnosa. Zaprti prostor je lahko zaklonišče in tudi običajna zgradba z zaprtimi okni in izklopljeno ventilacijo. Zaklanjanje traja do nekaj dni.

3.4.2 Zaužitje tablet kalijevega jodida

Zaužitje tablet kalijevega jodida oziroma jodna profilaksa je zaužitje stabilnega joda pred nastankom jedrske ali radiološke nesreče ali tik ob njenem nastanku z namenom zaščititi ščitnico pred obsevanjem zaradi kopičenja radioaktivnega joda. Zaužitje tablet kalijevega jodida se izvede v povezavi z zaklanjanjem ali evakuacijo prebivalcev.

Za primer jedrske nesreče v jedrskem objektu kategorije I morajo imeti institucije, v katerih se dnevno zadržuje več ljudi (šole, vrtci, zdravstveni domovi, domovi za ostarele, drugi zavodi, gospodarske družbe in organizacije), na osnovi Pravilnika o uporabi tablet kalijevega jodida ob jedrski ali radiološki nesreči [12] in ki so v območju preventivnih in območju takojšnjih zaščitnih ukrepov, tablete kalijevega jodida predhodno razdeljene. Za vse ostale prebivalce RS se tablete kalijevega jodida

¹⁰ Radioaktivni material, ki se sprost v okolje ob jedrski nesreči, se odloži na tla in ostale površine, npr. vozila. Tako lahko ljudje nevede vnesejo v svoje telo znatne količine radioaktivnih snovi, ki pomenijo nezanemarljiv vir notranjega obsevanja. To je posebej pomembno v prvih nekaj dneh po izpustu. Primeri aktivnosti, ki povzročajo nenamerni vnos: prehranjevanje, pitje in kajenje s kontaminiranimi rokami; igranje otrok na tleh in v peskovniku; delo na vrtu in druge aktivnosti na prostem, kot so delo ali rekreacija. Zato je pomembno, da se omeji dostop na kontaminirano območje.

lahko hranijo v ustreznih kompetentnih organizacijah (npr. bolnišnicah in drugih zdravstvenih organizacijah) in se razdelijo glede na potrebo po izvajanju jodne profilakse.

3.4.3 Evakuacija

Evakuacija je organiziran umik ljudi z ogroženega območja. Na območjih, kjer je evakuacija odredjena, se morajo prebivalci preseliti v določen kraj v času in na način, kot je to določeno v načrtu zaščite in reševanja. V primeru jedrske nesreče se evakuacija odredi praviloma pred izpustom radioaktivnih snovi v ozračje. Enako se ukrepa ob radiološki nesreči z izpustom radioaktivnih snovi v zrak oz. na podlagi meritev na terenu, če gre za kontaminacijo tal (npr. izlitje radioaktivne tekočine). Prebivalci lahko evakuirajo tudi svoje hišne živali, pri čemer morajo živalim zagotoviti varno potovanje (z uporabo boksov oz. prevoznih kletk ali nosilnih torb). Ukrepi za rejne živali v primeru evakuacije so podrobno opisani v poglavju 3.4.2.2. Evakuacija se praviloma izvaja z lastnimi (osebnimi) vozili. Prevozna sredstva za posebne kategorije prebivalstva (otroci v šolah in vrtcih, bolniki v bolnišnicah, starejši občani v domovih upokojencev, gosti v turističnih objektih, zaporniki) priskrbijo pristojne ustanove. Na lokalni ravni je potrebno priskrbeti potrebno število javnih prevoznih sredstev za evakuacijo prebivalcev, ki ne razpolagajo z lastnimi prevoznimi sredstvi. Potrebno je poskrbeti tudi za zapore državnih in občinskih cest med izvajanjem evakuacije.

Ob jedrski nesreči v jedrskem objektu z vplivom za prebivalstvo (ob izpustu) se na evakuacijskih poteh na izhodih iz območij, ki se evakuirajo, postavijo nadzorne točke (na OPU ali ODU ali na meji zapore območja), na katerih se izvaja kontrola evakuacije in kratkotrajnih vrnitev na ogroženo ali zaprto območje med in po nesreči. Če je to smiselno in izvedljivo, se na kontrolnih točkah opravlja tudi meritve kontaminacije evakuiranih prebivalcev in dekontaminacija ljudi in prevoznih sredstev. Če je verjetno, da so evakuirane osebe kontaminirane, meritev osebne kontaminacije in dekontaminacije pa ni bilo mogoče izvesti med evakuacijo, se ti postopki lahko izvedejo v sprejemnih centrih za registracijo evakuirancev.

3.4.4 Zgodnji zaščitni ukrepi in druge naloge

Obdobje izvedbe zgodnjih zaščitnih ukrepov na podlagi meritev radioaktivnosti v okolju se začne, ko so na razpolago meritve radioaktivnosti na ogroženem območju (od nekaj ur do približno enega dneva po razglasitvi splošne nevarnosti). Ta faza lahko traja nekaj dni ali tednov, lahko tudi mesecev, vse dokler se ne pridobi dovolj zanesljivih meritev na celotnem ogroženem območju in dokler se ne izvedejo zgodnji zaščitni ukrepi. Pri načrtovanju zgodnjih zaščitnih ukrepov je glavno vodilo, da se ob upoštevanju nabora vseh smiselnih zaščitnih ukrepov in upoštevanju vseh prenosnih poti zagotovi, da bo preostala doza pod referenčno ravno.

Na podlagi vnaprej določenih OIR se določijo območja, kjer so upravičeni dodatni zaščitni ukrepi in druge naloge. Cilj je določiti področja, na katerih so vnaprej določene OIR presežene in ki zahtevajo zgodnje ukrepe:

- preselitev;
- omejitve uporabe lokalnih proizvodov, mleka pašnih živali, deževnice in krmil za kontaminirana območja, ki niso bila zajeta v prvi fazi.

Glavna značilnost te faze je pridobiti natančne podatke o kontaminiranih območjih. V prvi fazi poteka izvajanje meritev hitrosti doze, po tem se določijo področja, na katerih je potrebno izmeriti koncentracije radionuklidov v vzorcih zemlje in živilih (lokalno pridelani hrani, pitni vodi in mleku). Prva

prioriteta so naseljena območja, ki niso bila evakuirana, da bi ugotovili ali je treba preseliti prebivalstvo. Iz meritev živil pridobimo podatke, ki vodijo odločanje glede omejitev po prehrabni verigi.

Če se izkaže, da OIR niso bile presežene, se omejitve lahko odpravi, če je situacija stabilna. To pomeni, da radioaktivni izpusti niso več možni, raven kontaminacije pa je pod predpisano ravni.

Pri preračunih doz se uporablja tako imenovana reprezentativna oseba [22]. Pri tem se upošteva, da je lahko reprezentativna oseba iz treh kategorij, in sicer: 0–5 let (dojenček), 6–15 let (otrok) in 16–70 let (odrasli). Za praktično izvajanje tega priporočila je treba uporabiti dozne koeficiente in podatke o načinu življenja (prehrana, zadrževanje znotraj ali zunaj) za enoletnega dojenčka, 10-letnega otroka in odraslega, tako da se pokrijejo vse tri starostne kategorije. Reprezentativno osebo se lahko opredeli tudi na verjetnostni način, in sicer tako, da je verjetnost manjša od 5 %, da bo oseba, ki je naključno vzeta iz populacije, deležna večje doze, kot je bilo ocenjeno. Dozni izračuni obravnavajo tudi določene ranljive skupine ljudi, kot npr. otroci in nosečnice, kar zahteva dobro poznavanje situacije (predpostavk v izračunih).

3.4.4.1 Preselitev

Ko je nesreča pod nadzorom in ni več pričakovati izpustov v okolje oz. kontaminacije okolja, se s pomočjo izrednega monitoringa okolja določi področja, ki so preveč onesnažena za življenje zaradi sevanja tal ali pa zaradi kontaminirane vode, mleka in hrane. Preselitev ni hiter ukrep in se izvaja po končanju faze odziva na nesrečo, v prehodni fazi, ko sile ZiR niso več prisotne. Posebna pozornost je potrebna za ljudi, ki so se evakuirali in se ne morejo vrniti domov, ker je njihovo območje določeno za preselitev.

3.4.4.2 Zaščitni ukrepi na področju živil, krme in rejnih živali

Zaradi jedrske ali radiološke nesreče lahko postanejo živila, krma, surovine in rejne živali kontaminirane. Do kontaminacije lahko pride tudi v različnih fazah proizvodnje in predelave živil, npr. tekom gojenja in do neke mere tudi v rastlinjakih, skladiščih, proizvodnih obratih in trgovinah. V času po jedrski ali radiološki nesreči se lahko radioaktiven material prenese preko prehrabne verige v živila. Odvisno od vrste nesreče se lahko zgodi, da je kontaminirana zgolj površinska voda, podtalnica pa ostane nekontaminirana.

Zato je nujno, da se postavijo najvišje dovoljene ravni radioaktivne kontaminacije za živila in krmo, saj se s tem zmanjša morebitna kontaminacija z zaužitjem. Če so dovoljene ravni presežene, se izdelki ne smejo uporabljati. Omejitve so potrebne za proizvodnjo živil, ki vključujejo lokalno pridelano hrano, pitno vodo in mleko kot tudi za krmo. Zavedati se je potrebno, da je mogoče sprejeti tudi ukrepe, ki zmanjšujejo količino radioaktivnega materiala v živilih in živalski krmi. Ti ukrepi omogočijo varno uporabo izdelkov in pitne vode ter nadaljevanje proizvodnje.

S prehrabnimi zaščitnimi ukrepi se zmanjša tveganje za stohastične učinke sevanja zaradi vnosa kontaminiranih živil v telo. Z omejitvami uživanja kontaminiranih živil, s poudarkom na mleku in pitni vodi, se prebivalstvo zaščiti pred zaužitjem radioaktivnih snovi s prehranjevanjem in pitjem. Prehrabni intervencijski ukrepi trajajo od nekaj dni do nekaj tednov za kratkožive izotope, za dolgožive izotope pa tudi več desetletij.

Prehrabne zaščitne ukrepe se izvaja za:

- **vir** - prehrabna veriga
 - uporaba pitne vode;
 - uporaba sveže krme;

- uporaba poljščin.
- **poraba - distribucija in uživanje**
 - uživanje pitne vode;
 - uživanje mleka in mlečnih izdelkov;
 - uživanje sadja in zelenjave;
 - uživanje gozdnih sadežev, gob ipd.;
 - uživanje divjačine.

Voda iz vodovoda se bo kontaminirala šele čez določen čas po izpustu, medtem ko so npr. poljščine takoj neuporabne. Mleko se kontaminira po dveh dneh, kar je možno preprečiti, če se živali zapre v hleve in krmi z ne kontaminirano krmo.

Omejitve drugih izdelkov se nanaša na uporabo lokalnih izdelkov, ki se tudi lahko kontaminirajo, ali neposredno (npr. izdelki domače obrti, ki se skladiščijo na prostem) ali posredno z uporabo kontaminiranih surovin (npr. suha roba).

Cilj je, da je skupna doza sevanja kontaminiranih živil v prvem letu po nesreči manj kot 1 mSv. V primeru hujše nesreče, v katerih ni mogoče vzdrževati ravni doz pod 1 mSv, je treba paziti, da je doza v vseh primerih pod 10 mSv v času prvega leta.

Za naravne proizvode na trgu, vključno z divjadjo, gobami in ribami iz prostega ulova iz jezer in rek se določi raven koncentracije, nad katero se z izdelki ne sme trgovati (tako je npr. trenutno veljavno priporočilo Evropske komisije, da zbrana koncentracija ^{134}Cs in ^{137}Cs v izdelkih ne sme presegati 600 Bq/kg v notranji trgovini EU).

Prepoved ali omejitev pitne vode je lahko:

- zaradi kontaminacije;
- povezana s pomanjkanjem primerne vode, ker je vodni vir potrebno uporabiti na širšem področju ali za nujne dekontaminacijske posege.

3.4.4.3 Druge naloge

Zaščitne ukrepe ter ukrepe za blaženje posledic je mogoče izvajati le ob sodelovanju prebivalcev. Predpogoj za sodelovanje je informiranje prebivalcev, ki bodo le tako lahko pri ukrepih sodelovali. Podati jim je potrebno:

- napotke o izvajanju zaščitnih ukrepov;
- podatke o vplivih sevanja in kontaminacije na zdravje in okolje;
- razlago nesreče in jedrske varnosti;
- odškodnine in subvencije;
- sporočila lokalnih oblasti;
- informacije o psihološki pomoči;
- napotke tujcem.

Na podlagi monitoringa okolja, projekcije širjenja kontaminacije ter izvedenih zaščitnih ukrepov za prebivalstvo, je mogoče napovedati tudi gospodarsko škodo, ki bo šele nastala. V ta namen je neizogibno identificirati ključne gospodarske dejavnosti na področjih P1 in P2, oceniti tveganja za nastanek škode o nesreči ter škode, ki nastane zaradi zaščitnih ukrepov, na primer odstranjevanje prve plasti zemlje lahko pospeši erozijo tal. Izdelava se prioriteta lista tistih gospodarskih dejavnosti, kjer se škoda prepreči najprej.

Omejevanje gospodarske škode je potrebno obravnavati tudi pri prevozu radioaktivnega materiala na ali s kontaminiranega področja. Pri tem je potrebno upoštevati tudi zakonska določila [23].

Popis škode in uveljavitev odškodninskih zahtevkov se določi na zakonski ravni, v Sloveniji z Zakonom o odgovornosti za jedrsko škodo [24]. Gospodarska škoda ni povezana le z neposredno škodo na gospodarskih objektih, temveč obsega tudi vso škodo zaradi zaščitnih ukrepov ter ukrepov, ki so povezani z dekontaminacijo oziroma vzpostavitvijo okolja v prejšnje stanje. V zakonu se določi vodenje evidence o oškodovancih, načini ocenjevanja jedrske škode ter sistem informiranja oškodovancev. Vodi se tudi evidenca o omejitvi gospodarske škode.

3.5 Ravnanje z radioaktivnimi odpadki

Odpadki, ki so posledica jedrske nesreče, imajo specifične fizikalne, kemične in radiološke lastnosti, zato takšni odpadki predstavljajo velik izziv za obdelavo, pakiranje, skladiščenje, prevoz, pripravo na odlaganje in odlaganje. Ob nesreči nastajajo velike količine odpadkov, zato je bistvenega pomena tesno sodelovanje med vsemi sodelujočimi deležniki, ki mora potekati v celotnem času sanacije.

Ravnanje z radioaktivnimi odpadki (v nadaljevanju RAO) pride na vrsto potem, ko so že bili izvedeni takojšnji zaščitni ukrepi za prebivalstvo in je faza zaščite in reševanja zaključena. Takrat se začne s postopki sanacije, ki obsegajo čiščenje in dekontaminacijo radiološko onesnaženih območij, ravnanje z odpadki ter dejavnosti vrnitve jedrskega objekta ali druge infrastrukture v stanje načrtovane izpostavljenosti ali prehod v novo trajno izpostavljenost. Potrebno je narediti popis onesnaženih območij, tip in vrste onesnaženja in predvideti odgovornost kdo oziroma katera organizacija pripravi in oceni inventar, ki je posledica onesnaženja [25].

Po izvedenih dekontaminacijskih postopkih nastajajo različne vrste RAO. Odpadek morda potrebuje obdelavo, da se zmanjša njegovo prostornino in / ali maso. Glede na vrsto obdelave, lahko RAO razdelimo v štiri kategorije [26]:

- Kategorija I: Odpadki, ki zahtevajo izolacijo iz okolja;
- Kategorija II: Odpadki, ki zahtevajo nadzorovano ravnanje za zmanjšanje doze sevanja;
- Kategorija III: Odpadki, ki zahtevajo oceno ravnanja z odpadki za zmanjšanje doze sevanja;
- Kategorija IV: Odpadki, brez tveganja za ravnanje z odpadki (material, ki ni primeren za predvideno uporaba zaradi rahlega onesnaženja).

Odgovornost za radioaktivne odpadke je po zakonu [4] skrb povzročitelja nesreče, lastnika vira oziroma upravljavca objekta, v primeru, ko ta ni znan, pa to odgovornost nosi država. Za odlaganje in nadaljnje ravnanje z odpadki nastalimi pri jedrski ali radiološki nesreči poskrbi nacionalna organizacija za ravnanje z RAO.

4 PREHODNO OBDOBJE

V prehodnem obdobju je namen čim prej doseči stanje prenehanja nesreče in prehod v stanje trajne ali načrtovane izpostavljenosti. Prehodno obdobje je obdobje umirjanja in nadzorovanega prehoda bodisi v trajno izpostavljenost, kjer so prejete doze na letni ravni do približno 20 mSv, bodisi v stanje načrtovane izpostavljenosti, v kolikor nam uspe spustiti doze pod 1 mSv. Katero stanje izpostavljenosti dosežemo (trajno ali načrtovano) nima bistvenega vpliva na glavne naloge v

prehodnem obdobju, kar pa ne pomeni, da je vseeno kakšno stanje je doseženo. Če je le možno oziroma smiselno, se skuša doseči stanje načrtovane izpostavljenosti.

Glavne naloge v prehodnem obdobju so naslednje:

- Celovit nadzor radioaktivnosti v okolju, ki obsega zadostno pogostost vzorčenja in zadostno število merilnih točk vključno z vzorčenjem živil in krme. Ta nadzor mora nuditi dovolj zanesljivih podatkov za preverjanje izračunov, ki se morajo v okviru natančnosti ujemati s pričakovano prejeti dozo za izračunana obdobja, sicer ga je treba izboljšati. Hkrati tudi pokaže, katere prenosne poti največ prispevajo k prejeti dozi. V rednih intervalih je treba preverjati, ali je možno ukiniti ukrepe, ki še veljajo, in ali je treba izvesti še kakšen dodaten ukrep, ki bi prispeval k ukinitvi zaščitnega ukrepa (npr. dekontaminacijo območja, na podlagi ocene tveganja sprostiti omejitev za živila, ki se uživajo v zanemarljivih količinah (npr. začimbe), predelava živil (mleko v sir).
- Nadzor zdravstvenega stanja: izvajanje kontrolnih zdravstvenih pregledov ranljivih skupin prebivalstva in izpostavljenih izvajalcev zaščitnih ukrepov.
- Zmanjševanje neradioloških učinkov: finančne kompenzacije in odškodnine za jedrsko škodo; iskanje zaposlitev in druge dejavnosti za aktivno življenje preseljenega prebivalstva; psihološko svetovanje; pojasnjevanje zaščitnih ukrepov in kako jih učinkovito izvajati; informiranje prebivalstva, ki ni bilo direktno vključeno v izvajanje zaščitnih ukrepov, a je zaskrbljeno; oživitvev gospodarske in druge dejavnosti na prizadetih območjih.

Podrobno vnaprejšnje načrtovanje v tem obdobju je znatno težje zaradi številnih možnosti in situacij, ki jih vseh ni mogoče predvideti. Tudi samo tveganje (potencialno in dejansko prejete doze) je precej manjše kot v obdobju izvajanja zaščitnih ukrepov. Pomembno se je tudi zavedati, da bo prisotna stigmatizacija ljudi in okolja in da bo na tem področju imela velik vpliv tudi samopomoč, saj bodo ljudje sami izvajali ukrepe.

4.1 Predpogoji za prenehanje nesreče

Glavni cilj prenehanja nesreče je, da se v družbi pravočasno ponovno vzpostavijo družbene in ekonomske dejavnosti. Konec nesreče lahko razglasimo takrat, kadar je ta glavni cilj dosežen in kadar so doseženi tudi vsi predpogoji za prenehanje nesreče. Predpogoji za prenehanje nesreče so splošni in posebni; posebni so dveh vrst: 1. za prehod v načrtovano stanje izpostavljenosti in 2. za prehod v stanje trajne izpostavljenosti (oz. obstoječe izpostavljenosti). Sama razglasitev konca nesreče mora biti formalna in javna.

Pri tem je potrebno upoštevati, da ni nujno, da prehod med izrednim stanjem izpostavljenosti v stanje trajne izpostavljenosti na celotnem območju poteka hkrati. Možno je namreč, da so nekateri deli območja že v trajnem ali načrtovanem stanju izpostavljenosti (so že izven nesreče), drugi pa še vedno v izrednem stanju izpostavljenosti (nesreča še traja).

V skladu s stopenjskim pristopom in na podlagi obstoječe ocene ogroženosti [1] ter izkušenj preteklih nesreč, se predvideva, da se bo ob prenehanju nesreče:

- v primeru splošne nevarnosti v jedrskem objektu kategorije I, ki bi vodila do znatnega izpusta radioaktivnih snovi v okolje (kot npr. nesreča v Fukušimi), prešlo v trajno izpostavljenost;
- v primeru objektne nevarnosti v jedrskem objektu kategorije I ali raziskovalnem reaktorju prešlo v načrtovano stanje izpostavljenosti in nadaljevalo z normalnim obratovanjem, pri

čemer lahko načrtovano stanje v takem primeru vključuje tudi sanacijo in razgradnjo ali prenehanje uporabe vira sevanja. Stanje izpostavljenosti prebivalstva se po nesreči v tej kategoriji predvidoma ne razlikuje od stanja, kakršno je bilo pred nesrečo;

- v primeru nenormalnega dogodka in začetne nevarnosti v jedrskem objektu kategorije I ali raziskovalnem reaktorju po dogodku vrnilo v običajno obratovanje, v načrtovano stanje izpostavljenosti;
- v primeru drugih nesreč kategorije IV¹¹, ki se lahko zgodijo na neznani lokaciji, prešlo ali v trajno ali v načrtovano stanje izpostavljenosti, npr.: nesreča, pri kateri ne pride do izpusta radioaktivnih snovi v okolje se zaključi s preходом v enako stanje izpostavljenosti, kot je bilo pred nesrečo. Najden vir se lahko znova uporablja ali pa se preneha z njegovo uporabo. V obeh primerih, tudi ko je vir obravnavan kot radioaktivni odpadki, se preide v načrtovano stanje izpostavljenosti. Nesreča, pri kateri pride do znatnega izpusta radioaktivnosti v okolje, se zaključi s preходом v trajno izpostavljenost.

Če se pri pripravi postopkov za prehodno fazo upošteva oceno ogroženosti, se lažje določi časovne okvirje, v katerih bo zaključena prehodna faza posamezne nesreče. Pri tem velja upoštevati, da časovne okvirje določajo predvsem:

- nezmožnost napovedi kdaj, kje in kakšen bo dejanski vpliv jedrske ali radiološke nesreče,
- kompleksnost morebitnih izjemnih ukrepov po nesreči in
- potencialni vpliv neradioloških posledic, kot je zaskrbljenost javnosti in politična situacija na odločanje v času nesreče.

Po nesreči se lahko prepozna nova tveganja, kar se mora odraziti tudi v spremembi postopkov za ukrepanje ob nesreči. Še preden se lahko razglasi konec nesreče, je potrebno natančno na novo oceniti ogroženost v skladu z zahtevo 4 GSR Part 7 [2] in nato ustrezno popraviti, dopolniti ali spremeniti načrte ukrepanja ob nesreči.

4.1.1 Splošni predpogoji oz. merila za prenehanje nesreče

Konec nesreče se lahko razglasi šele takrat, ko so izpolnjeni splošni predpogoji oz. merila, ki so opisana v tabeli 1. Zaradi specifičnosti vsake posamezne nesreče spodaj naštetih splošnih predpogojev oz. meril za prenehanje nesreče niso absolutna, temveč relativna množica, kar pomeni, da se jih vedno nujno prilagaja trenutnim razmeram in okoliščinam nesreče.

Tabela 1: Splošni predpogoji oz. merila za prenehanje nesreče

SPLOŠNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PRENEHANJE NESREČE
(1) prenehanje izvajanja takojšnjih in zgodnjih zaščitnih ukrepov Izvedeni so bili potrebni takojšnji in zgodnji zaščitni ukrepi.
(2) stanje je pod nadzorom Stanje izpostavljenosti je dobro razumljeno in stabilno, kar pomeni, da je vir nevarnosti pod nadzorom, da se ne pričakuje več nobenih dodatnih izpustov ali izpostavljenosti zaradi dogodka in

¹¹ Kategorija IV so v skladu z zahtevo 4 po GSR Part 7 [1] nesreče z nenadzorovanimi (izgubljenimi ali ukradenimi) viri sevanja; nesreče pri prevozu radioaktivnih snovi, padci satelita, viri v odpadnih kovinah in jedrske ali radiološke nesreče v tujih državah, ki ne sodijo v kategorijo V (v kategorijo V sodijo območja načrtovanja zaščitnih ukrepov, ki so v državi vzpostavljena zaradi objekta kategorije I ali II, ki je lociran v drugi (običajno sosednji) državi).

SPLOŠNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PRENEHANJE NESREČE
da se dobro razume pričakovan nadaljnji razvoj dogodka; v tem primeru pride do preklica izvajanja zaščitnih ukrepov in do razglasitve prenehanja nevarnosti.
(3) ocena radiološkega stanja v okolju Potrebno je natančno določiti radiološko stanje oz. kontaminacijo okolja, vzpostavljen mora biti nadzor nad dozami in nad dozimetrijo, identificirane morajo biti prenosne poti in prejete doze prizadetega prebivalstva (vključujoč tudi doze, ki so jih prejele ranljive skupine prebivalstva, kot so otroci in nosečnice). Na podlagi ocene radiološkega stanja temelji odločitev ali se nekateri ukrepi, ki so se izvedli ob začetku nesreče, prenehajo izvajati ali pa se njihovo izvajanje prilagodi. Kjer je to potrebno, se določi možnosti za prihodnjo uporabo zemljišč in vode na prizadetih območjih (npr. uvedba omejitev uporabe teh območij ali opredelitev alternativnih načinov uporabe).
(4) izvedba nove ocene ogroženosti Izvede se natančna ocena ogroženosti tako glede na trenutno stanje nesreče in glede na prihodnji razvoj v skladu z Navodilom o pripravi ocen ogroženosti [27]; tako pripravljena ocena ogroženosti je podlaga za pripravljenost in odziv na morebitne nove nesreče. V oceni ogroženosti se opredeli dogodke in območja, ki bi lahko zahtevali zaščitne ukrepe in druge naloge, vključno s tistimi, ki bi lahko ublažili posledice prihodnjih nesreč. Pripraviti je potrebno tudi pregled obstoječih postopkov za ukrepanje ob nesreči, jih po potrebi revidirati ali pripraviti nove.
(5) usklajevanje revidiranih ali novih postopkov Revidirane ali nove postopke za ukrepanje ob nesrečah se uskladi z vsemi organizacijami, ki sodelujejo pri odzivu na nesrečo. Ker je usklajevanje revidiranih ali novih postopkov lahko dolgotrajen proces, je zato, da se izognemo nepotrebni zamudi pri prenehanju nesreče, potrebno v času dokler novi ali revidirani postopki ne začnejo veljati, obstoječe vire in sredstva za obvladovanje nesreče vsaj minimalno dopolniti (npr. uvedejo se usposabljanja, revidira se le del postopkov ipd.);
(6) varstvo pred sevanji za interventno osebje Poskrbeti je treba, da se v območju načrtovanega stanja izpostavljenosti lahko dosledno izvaja zaščita pred ionizirajočim sevanjem za interventno osebje, ki v tem območju sodeluje pri postopkih sanacije; poskrbeti je treba tudi, da je vir zavarovan tudi iz vidika mednarodnih priporočil, ki se nanašajo na jedrsko varovanje.
(7) ocena radioloških posledic Oceni se radiološke razmere glede na referenčne ravni, generične kriterije, operativne kriterije in mejne doze, da se ugotovi, ali so bili doseženi ustrezni pogoji za prehod v stanje trajne izpostavljenosti ali v načrtovano stanje izpostavljenosti.
(8) ocena neradioloških posledic Opredeli se neradiološke posledice (npr. psihološke, socialne in gospodarske posledice) in druge dejavnike (npr. možnosti rabe zemljišč, razpoložljivost virov, odpornost skupnosti, kako hitro po nesreči si lahko opomore, razpoložljivost socialnih storitev) in ukrepe za njihovo odpravo.
(9) register za zdravstveni nadzor Vzpostavitev registra posameznikov, ki morajo biti zaradi posledic nesreče vključeni v dolgoročni zdravstveni nadzor.
(10) odpadki Ustrezno ravnanje (ni več začasnih deponij ali zbirališč, kontaminirana zemlja je pokrita s pokrivko, veter ali živali ne raznašajo kontaminacije) z vsemi radioaktivnimi odpadki, ki so nastali ob nesreči.
(11) posvetovanje z zainteresirano javnostjo

SPLOŠNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PRENEHANJE NESREČE

Izvede se posvetovanje z zainteresirano javnostjo, da se v javnosti poveča zaupanje v odločitev o prenehanju nesreče in lažje sprejemanje te odločitve; pri čemer pa to posvetovanje ne sme neutemeljeno ovirati pravočasne izvršitve odločitve pristojnega organa o prenehanju nesreče. Posvetovanje z zainteresirano javnostjo in drugimi zainteresiranimi stranmi poteka o tem, na kakšni podlagi se bo razglasili konec nesreče, kateri zaščitni ukrepi in omejitve so bili izvedeni med nesrečo; posvetuje se o morebitnem prilagajanju uvedenih omejitev, nadaljnjem izvajanju zaščitnih ukrepov ali uvedbi novih zaščitnih ukrepov, pa tudi glede pričakovanega trajanja teh ukrepov in omejitev; o morebitnih potrebnih spremembah vedenja in navad prebivalstva, o možnostih izvajanja (kjer je to ustrezno) morebitnih lastnih zaščitnih ukrepov - samopomoči, kot je npr. krajše zadrževanje na določenemu območju, spremembe v kmetijskih opravilih in uporabi zemljišč, omejitve uživanja določene hrane; o potrebi po stalnem monitoringu okolja in spremljanju vira po prenehanju nesreče; o nadaljnjih prizadevanjih za obnovo storitev in delovnih mest in o nevarnostih ionizirajočega sevanja v stanju izpostavljenosti po nesreči.

4.1.2 Posebni predpogoji oz. merila za prenehanje nesreče

4.1.2.1 Posebni predpogoji oz. merila za prehod v načrtovano stanje izpostavljenosti

Da se lahko razglasi konec nesreče in preide v načrtovano stanje izpostavljenosti, morajo poleg splošnih predpogojev oz. meril biti izpolnjeni tudi naslednji posebni predpogoji (tabela 2).

Tabela 2: Posebni predpogoji oz. merila za prehod v načrtovano stanje izpostavljenosti

POSEBNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PREHOD V NAČRTOVANO STANJE IZPOSTAVLJENOSTI

(1) izvedba analize nesreče in priprava izjemnih ukrepov

Ob prenehanju nesreče je potrebno analizirati okoliščine, ki so privedle do nesreče, določiti korektivne ukrepe in pripraviti akcijski načrt za izvedbo korektivnih ukrepov s strani ustreznih pristojnih organov in s strani upravljavca sevalnega ali jedrskega objekta. Analiza mora v skladu z zakonom [4] vključevati tudi izjemni pregled varnostnega poročila. Ker je izvedba analize lahko dolgotrajna, je zato, da se izognemo nepotrebnim zamudam, priporočljivo, da se uvedejo ustrezni upravni postopki, ki omejujejo ali preprečujejo uporabo ali ravnanje z virom, dokler niso okoliščine, ki so privedle do nesreče, pojasnjene. Prve korektivne ukrepe oziroma izjemne ukrepe [4], izvajalca sevalne dejavnosti, ki uporablja vir sevanja ali upravlja objekt, zaradi katerega je nastala nesreča, z ozirom na vrsto dejavnosti in področje uporabe, odredi pristojen organ.

(2) ocena pogojev za varnost vira in varno ravnanje z virom

Ob prehodu v načrtovano stanje izpostavljenosti je potrebno oceniti pogoje za varnost vira in za varno ravnanje z virom, ki je bil vpleten v nesrečo (vir sevanja), v skladu z zahtevami, določenimi za dotično načrtovano stanje izpostavljenosti. Načrtovano stanje izpostavljenosti je odvisno od vrste nesreče: lahko gre za običajno obratovanje potem, ko je bila izvedena dekontaminacija in je bilo ustrezno poskrbljeno za radioaktivne odpadke, ki so nastali med nesrečo ali pa gre za prenehanje uporabe vira, pri čemer mora uporabnik vira upoštevati zakonodajo na tem področju.

(3) dosežene zahteve mejnih doz in referenčnih ravni

Preden se lahko preide v načrtovano stanje izpostavljenosti morajo biti v skladu z zakonom [4] dosežene zahteve mejnih doz in referenčnih ravni, ki se nanašajo na izpostavljenost prebivalcev.

4.1.2.2 Posebni predpogoji za prehod v stanje trajne izpostavljenosti

Da se lahko preide v stanje trajne izpostavljenosti, morajo biti izpolnjeni posebni predpogoji, definirani v tabeli 3.

Tabela 3: Posebni predpogoji oz. merila za prehod v stanje trajne izpostavljenosti

POSEBNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PREHOD V STANJE TRAJNE IZPOSTAVLJENOSTI	
(1) splošni predpogoji za prenehanje nesreče	Izvesti se mora vse ukrepe za doseganje splošnih predpogojev za prenehanje nesreče in potrditi, da so ocenjene izogibne doze nižje od referenčnih ravni, ki so določene za fazo zaščite in reševanja;
(2) določitev ogroženih območij	Določiti se mora ogrožena območja, ki niso primerna za ponovno naselitev in kjer ni možno več izvajati družbenih in gospodarskih dejavnosti. Gre za območja, iz katerih je bilo prebivalstvo v fazi zaščite in reševanja med nesrečo evakuirano in/ali preseljeno in/ali za območja, na katerih so bile določene posebne omejitve, ki se bodo izvajale tudi po prenehanju nesreče. To območje določi pristojen organ, pregledovanje izpostavljenosti na takem območju pa poteka v skladu z podzakonskimi akti [28]. Na ogroženih (kontaminiranih) območjih je potrebno vzpostaviti upravne ukrepe in druge naloge za spremljanje izvajanja vseh določenih omejitev na tem območju.
(3) priprava strategije za obnovo	Preden se razglasi konec nesreče, je potrebno pripraviti strategijo za obnovo infrastrukture, delovnih mest in javnih storitev (npr. javni prevoz, trgovine, šole, vrtci, zdravstveni domovi ter policijske in gasilske službe), ki so pogoj za normalno življenje na prizadetih območjih, kot tudi na tistih območjih, kjer je bila izvedena evakuacija ali preselitev.
(4) komuniciranje	Vzpostaviti je potrebno mehanizem in sredstva za stalno komuniciranje in posvetovanje z vsemi zainteresiranimi stranmi, vključno z lokalnimi skupnostmi.
(5) prenos pristojnosti	Opraviti je potrebno vse potrebne spremembe ali prenos pooblastil in odgovornosti od organizacij, ki so odgovorne za ukrepanje ob nesrečah na organizacije, ki so odgovorne za postopke celovite sanacije in poskrbeti, da se med ustreznimi organizacijami in organi izvede ustrezna izmenjava informacij in podatkov, ki so bili zbrani med nesrečo in ki so pomembni za dolgoročno načrtovanje.
(6) dolgoročni monitoring	Prične se s pripravo programa dolgoročnega monitoringa preostalih ogroženih (kontaminiranih) območij.
(7) program dolgoročnega zdravstvenega nadzora	Pripravi se program dolgoročnega zdravstvenega nadzora registriranih posameznikov (sam register mora biti vzpostavljen že pred koncem nesreče).
(8) psihološka in socialna pomoč	Pripravi se strategija za psihološko in socialno pomoč za prizadeto prebivalstvo.
(9) odškodnine	Upošteva se zakonodaja na področju jedrske škode [24], ki ureja odškodnine žrtvam za škodo, nastalo zaradi nesreče, zato da se javnosti zagotovi, da bodo odškodninski postopki izvedeni, ne glede to, da bodo morda trajali še po prenehanju nesreče.
(10) sanacija	

POSEBNI PREDPOGOJI oz. MERILA ZA PREHOD V STANJE TRAJNE IZPOSTAVLJENOSTI
Pripravi se ali se vsaj prične s pripravo režima sanacije v primeru trajne izpostavljenosti zaradi nesreče, ki upošteva veljavne predpise in zakonodajo na tem področju in ki vključuje tudi razporeditev potrebnih finančnih, tehničnih in človeških virov.
(11) ocena doz Ob koncu nesreče kontrola doz posameznikov iz prebivalstva načeloma ni več potrebna. Ker se lahko doze, ki so jih prejeli posamezniki, precej razlikujejo glede na njihove življenjske navade, je potrebno te doze oceniti in zaščito teh posameznikov obravnavati v strategiji za dolgoročno zaščito prebivalstva.
(12) izjemne okoliščine Če tekom nesreče pride do izjemnih okoliščin, zaradi katerih v razumnem času ni bilo mogoče izvesti vseh ukrepov za doseganje splošnih predpogojev za prenehanje nesreče in potrditi, da so ocenjene preostale doze nižje od referenčnih ravni, ki so določene za fazo zaščite in reševanja, se lahko odločitev o prenehanju nesreče še vedno sprejme, če je bilo ugotovljeno, da niso predvideni nobeni nadaljnji zaščitni ukrepi in druge naloge in da niso izpolnjeni nobeni pogoji za izvajanje zgodnjih in drugih zaščitnih ukrepov.

4.1.3 Časovni okvirji za prenehanje nesreče

Časovne okvirje, v katerih se pričakuje, da se bo nesreča zaključila, je potrebno predvideti že v stanju pripravljenosti. Ker je razvoj nesreče že v svoji osnovi nepredvidljiv in ker je kljub skrbnemu načrtovanju določene okoliščine nemogoče predvideti, ni možno vnaprej predvideti natančno kdaj naj bi se dogodek zaključil. Možno in potrebno pa je, da se v stanju pripravljenosti določi strategijo, kako kljub nepredvidljivosti razglasiti konec nesreče v razumnih časovnih okvirjih.

Na podlagi izkušenj je za zaključek nesreče v velikem obsegu (npr. nesreča v jedrskem objektu kategorije I, ki povzroči znatno onesnaženje v okolju) mogoče predvideti časovni okvir v razponu od nekaj tednov do enega leta, za prekinitev nesreče manjših razsežnosti (npr. nesreča med prevozom radioaktivnih snovi ali nesreča z visokoaktivnim virom) pa se lahko predvidi časovni okvir v razponu od enega do nekaj tednov.

5 SANACIJA IN OŽIVLJANJE OBMOČJA

Predpogoj za razglasitev prenehanja nesreče je ukinitvev zaščitnih ukrepov. Prenehanje nesreče se razglasi, ko je situacija pod nadzorom in stabilna. Hkrati morajo biti izpolnjeni vsi pogoji za prenehanje zaščitnih ukrepov. Kriteriji za prenehanje morajo biti določeni in podrobneje razdelani.

5.1 Sanacija

V primeru trajne izpostavljenosti je potrebno določiti režim celovite sanacije, ki je po takšnih nesrečah izjemno zahtevna, hkrati pa zahteva tudi znatna finančna sredstva. Obseg potrebne sanacije je lahko zelo različen, zato je potrebno pripraviti program sanacije, pri tem pa upoštevati dejstvo, da bo načrtovane naloge potrebno med izvedbo prilagajati ter morda tudi bistveno spreminjati. Nujno bo sodelovanje s povzročiteljem škode. Pri pripravi programa je potrebno s posebno skrbnostjo upoštevati izpostavljenost ljudi in okolja virom ionizirajočega sevanja ter zagotoviti varstvo pred ionizirajočim sevanjem.

Strategija sanacije na podlagi dejanskih razmer določi ukrepe, njihove nosilce in izvajalce. Vsebovati mora tudi finančni vidik ukrepov in obravnavati morebitno pomoč drugih držav ali mednarodne skupnosti. Če so nosilci ali izvajalci posameznega ukrepa institucije ali osebe, ki v normalnih razmerah ne izvajajo ukrepa, je nujen strokoven nadzor pristojne institucije. Le tako se prepreči dodatna škoda, ki bi jo morda prinesel neustrezen izveden ukrep.

Nad izvajanjem sanacije je potrebno imeti pregled. To pomeni, da je potrebno zbirati in spremljati podatke o njenem izvajanju. Za tak pregled so pomembni podatki o:

- radiološkem monitoringu prebivalcev ter pripadajočih ukrepih, potrebnih za zmanjševanje dozne obremenitve (evidenca doz prebivalcev);
- o zdravstvenem nadzoru prebivalcev, s poudarkom na izpostavljenosti sevanju;
- nadzoru nad dozami izvajalcev zaščitnih ukrepov in drugega osebja ter ukrepih, potrebnih za zmanjševanje dozne obremenitve (evidenca o izvajalcih zaščitnih ukrepov);
- usposabljanju izvajalcev zaščitnih ukrepov in drugega osebja z vidika varstva pred sevanji;
- zdravstvenem nadzoru izvajalcev zaščitnih ukrepov in drugega osebja, s poudarkom na izpostavljenosti sevanju;
- analiziranju doznih polj in doznih obremenitev po nesreči;
- postopkih načrtovanja obremenitev ljudi in okolja s sevanjem, vključno z ravnanjem z radioaktivnimi odpadki.

Voditi je potrebno tudi dokumentacijo o sistemu informiranja, o evakuiranih osebah itd.

5.2 Oživljanje območja

Oživljanje območja se bo začelo po končani sanaciji ali med njo, rezultati monitoringa pa so v tem primeru eden od odločilnih parametrov. Spremljanje kontaminacije in sevalnih obremenitev se bo vsekakor nadaljevalo tudi v fazi oživljanja, tudi če je sanacija končana. Oživljanje območij poteka na podlagi programa, ki določi, kdo bo izvajal posamezne aktivnosti. Pri tem je smiselno upoštevati tudi morebitno mednarodno finančno in drugo pomoč za odpravo posledic.

Obseg oživljanja je lahko različen, in sicer se lahko načrtuje naselitev stalnih prebivalcev na posameznih področjih, torej bivanje oseb 24 ur na dan s pripadajočo gospodarsko in drugo infrastrukturo, ali pa je omejenega obsega, kjer je cilj gospodarsko oživljanje območja brez stalnih prebivalcev, torej bivanje oz. zadrževanje na območju le v delovnem času.

Literatura

- [1] Ocena ogroženosti ob jedrski in radiološki nesreči v RS, verzija 2.2, številka 8420-1/2017-3, 2019.
- [2] IAEA, Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, GSR Part 7 (2015).
- [3] Application of Commission's Recommendations for the Protection of People in Emergency Situations, ICRP Publication 109 (Volume 39, No. 1, 2009).
- [4] Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. l. RS št. 76/2017).
- [5] Direktiva Sveta 2013/59/Euratom z dne 5. decembra 2013 o določitvi temeljnih varnostnih standardov za varstvo pred nevarnostmi zaradi ionizirajočega sevanja in o razveljavitvi direktiv 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom in 2003/122/Euratom (Ur. l. EU, L 013, 17. januar 2014).
- [6] Zamisel izvajanja zaščite in reševanja, gradivo za Medresorsko komisijo za spremljanje izvajanja državnega načrta zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, URSJV, november 2018.
- [7] IAEA, Arrangements for the Termination of a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-11, (2018).
- [8] Uredba o mejnih dozah, referenčnih ravneh in radioaktivni kontaminaciji (Ur. l. RS št. 18/2018).
- [9] IAEA, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency, IAEA Safety Standards Series No. GSG-2, (2011).
- [10] IAEA, Actions to Protect the Public in an Emergency due to Severe Conditions at a Light Water Reactor, EPR-NPP-PPA (2013).
- [11] IAEA, Operational Intervention Levels for Reactor Emergencies, EPR-NPP-OILs (2017).
- [12] Pravilnik o uporabi tablet kalijevega jodida ob jedrski ali radiološki nesreči, Uradni list RS, št. 59/10.
- [13] Poročilo delovne skupine za pripravo podlag ocene ogroženosti za jedrsko nesrečo v NEK (2015).
- [14] Analiza ogroženosti območij okoli NE Krško v primeru jedrske nesreče, URSJV-DP/092/2013, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost (URSJV), verzija 2.0, januar 2015.
- [15] Direktiva Sveta 2011/70/EURATOM z dne 19. julija 2011 o vzpostavitvi okvira Skupnosti za odgovorno in varno ravnanje z izrabljenim gorivom in radioaktivnimi odpadki.
- [16] Status Report on Spent Fuel Pools under Loss-of-Cooling and Loss-of-Coolant Accident Conditions, Nuclear Safety NEA/CSNI/R(2015)2, maj 2015.
- [17] Postopek NEK (AOP-3.6. REF-3), Nekontrolirana izguba nivoja reaktorskega bazena, 2019.
- [18] Ocena ogroženosti NEK, revizija 5, 2018.
- [19] Varnostno poročilo za izvedbo sanacije in končno ureditev odlagališča hidrometalurške jalovine Boršt v Rudniku urana Žirovski vrh. Št. dokumentacije UZVP-OP/01, Rev. B, Ljubljana, 2007.
- [20] Modeliranje raznosa hidrometalurške jalovine odlagališča Boršt v primeru popolnega razpada odlagališča. Geotrias. Arh. št.: 110/15_TB, rev. 1, 2015.
- [21] ON 5.3.8 Strategija ukrepanja po jedrski ali radiološki nesreči, URSJV, dr. Helena Janžekovič in dr. Saša Kuhar, izdaja 2, 2019.
- [22] Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of Radiation Protection of the Public and the Optimisation of Radiological Protection, ICRP Publication 101 (Volume 36, No. 3, 2006).
- [23] Zakon o prevozu nevarnega blaga (Ur. l. RS št. 33/2006, 41/2009, 97/2010, 56/2015).
- [24] Zakonu o odgovornosti za jedrsko škodo (Ur. l. RS št. 77/2010).
- [25] Smernice za ravnanje z velikimi količinami RAO, Agencija za radioaktivne odpadke, 2019.

- [26] Protective Measures in Early and Intermediate Phases of a Nuclear or Radiological Emergency, Nordic Guidelines and Recommendations, 2014.
- [27] Navodilo o pripravi ocen ogroženosti, Uradni list RS, št. 39/95.
- [28] Uredba o zmanjšanju izpostavljenosti zaradi naravnih radionuklidov in preteklih dejavnosti ali dogodkov (Uradni list RS, št. 38/18).
- [29] IAEA, Method for Developing Arrangements for Response to a Nuclear or Radiological Emergency, Updating IAEA-TECDOC-953, (2003).
- [30] Dangerous quantities of radioactive material (D-values), IAEA EPR-D-VALUES, (2006).

Kratice in pojmi

Kratice

EK	Evropska komisija
EAL	Akcijske ravni ukrepanja (emergency action levels)
ELME	Ekološki laboratorij z mobilno enoto
EU	Evropska unija
IAEA	International Atomic Energy Agency (Mednarodna Agencija za atomsko energijo)
ICRP	International Commission on Radiological Protection
NMP	Nujna medicinska pomoč
OIR	Operativne intervencijske ravni
OPU	Območje preventivnih zaščitnih ukrepov
OSP	Območje splošne pripravljenosti
OTU	Območje takojšnjih zaščitnih ukrepov
RAO	Radioaktivni odpadek
RKB	Radiološko, kemično in biološko
ROU	Razširjeno območje ukrepanja
RS	Republika Slovenija
RŽV	Rudnik Žirovski Vrh
ZIR	Zaščita in reševanje
ZRP	Zaščita, reševanje in pomoč

Pojmi

pooblaščenec Pooblaščen izvedenec ali izvedenka varstva pred sevanji (pooblaščen izvedenec varstva pred sevanji) je pravna ali fizična oseba, ki je pridobila pooblastilo pristojnega organa ter ima zahtevano znanje, usposobljenost, izkušnje in opremo, da svetuje o ukrepih varstva pred sevanji, izvaja preverjanje delovnih pogojev in sevalnih razmer na nadzorovanih in opazovanih območjih, preglede virov sevanj in osebne varovalne opreme ter usposabljanja iz varstva pred sevanji.

Pooblaščen izvajalec ali izvajalka dozimetrije (pooblaščen izvajalec dozimetrije) je pravna oseba, ki jo je pooblastil pristojni organ ter ima ustrezne merilne metode in zaposlene usposobljene strokovnjake za oceno osebnih doz, vključno z umerjanjem, odčitavanjem in razlago odčitkov z instrumentov za merjenje osebnih doz ali merjenje radioaktivnosti v človekovem telesu ali bioloških vzorcih.

Priloga 1: Viri nevarnosti razvrščeni na pet kategorij glede na grožnjo in možne posledice nesreče [1]

- **kategorija I:** Reaktorji z močjo večjo od 100 MW_{th}; bazeni z izrabljenim gorivom od reaktorjev z močjo 3000 MW_{th}; objekti z inventarjem radioaktivnih snovi, ki se lahko razpršijo, kjer je skupna aktivnost inventarja takšna, da razmerje¹² presega 10.000,
- **kategorija II:** Reaktorji z močjo večjo od 2 MW_{th} in manj kot 100 MW_{th}; bazeni z izrabljenim gorivom iz reaktorjev z močjo od 10 MW_{th} do 3.000 MW_{th}; objekti z inventarjem radioaktivnih snovi, ki se lahko razpršijo, kjer je skupna aktivnost inventarja takšna, da razmerje presega 10.000,
- **kategorija III:** Reaktorji z močjo manjšo od 2 MW_{th}; potencialna nevarnost za hitrost doze 100 mSv/h na razdalji 1m pri nezaščitenem viru; objekti z inventarjem radioaktivnih snovi, ki se lahko razpršijo, kjer je skupna aktivnost inventarja takšna, da razmerje presega 0,01,
- **kategorija IV:** Aktivnosti, ki lahko povzročijo jedrsko ali radiološko nesrečo na neznani lokaciji; nenadzorovani (izgubljeni ali ukradeni) viri sevanja; nesreča pri prevozu radioaktivnih snovi, padec satelita, viri v odpadnih kovinah; sem spadajo tudi jedrske ali radiološke nesreče v tujih državah, ki ne spadajo v kategorijo V. Kategorija IV predstavlja tveganje, ki ga je potrebno upoštevati na vseh nivojih za celotno državo (na državnem nivoju in v vseh lokalnih skupnostih) in
- **kategorija V:** Območja v državi, ki je soseda z državo, v kateri so objekti kategorije I in II in katerih območja načrtovanja zaščitnih ukrepov se raztezajo na območje prve države.

¹² Razmerje pomeni A/D2, kjer je A aktivnost snovi, D2 pa je t.i. D-value, ki velja za razpršljive (dispersible) snovi, in ki se označuje z D2 [29], [30] .

Priloga 2: Cilji odzivnih časov glede na kategorije virov nevarnosti¹³

Ukrepi, ki morajo biti narejeni	Dogodek kategorije I	Dogodek kategorije II	Dogodek kategorije III	Dogodek kategorije IV	Dogodek kategorije V
Razglašena nevarnost in klasifikacija stopnje nevarnosti	<15 min	< 15min	< 15min	< 15min	/
Obvestilo o nevarnosti se posreduje organizacijam pristojnim za obveščanje javnosti	<15 min	<15 min	<15 min	<15 min	<15 min
Aktivacija sil na območju objekta	<15 min	<15 min	<15 min	/	/
Pričetek izvajanja postopkov za nadzor nad nesrečo in blažitev posledic	<15 min	<15 min	<15 min	<15 min	/
Aktivacija upravnega organa za jedrsko varnost	<15 min	<30 min	<30 min	<30 min	/
Pričetek izvajanja zaščitnih ukrepov (evakuacija, ...) za obvladovanje nesreče	15min<1h	15min<1h	15min<1h	15min<1h	<1h po seznanitvi
Obveščanje pristojnih institucij o dogodku	<15 min	<30 min	<30 min	<30 min	<30 min
Obveščanje prebivalstva v OPU in OTU	1h<2h	1h<2h	1h<2h	1h<2h	1h<2h po seznanitvi
Obveščanje sosednjih držav in mednarodnih organizacij	<1h	/	/	/	/
Zagotoviti tehnično pomoč silam za zaščito in reševanje	<1h	<1h	/	/	/
Zagotoviti okoljski monitoring na	<2h	<2h	<2h	<2h	<2h

¹³ Viri nevarnosti so vsi objekti, naprave, stroji in postroji, ki vsebujejo jedrske ali radioaktivne snovi, ki v primeru izrednega dogodka povzročijo povečano sevanje. Vire nevarnosti lahko skladno z dokumentom GSR Part 7 [3] razvrstimo na pet kategorij glede na grožnjo in možne posledice nesreče (kategorije pripravljenosti na izredni dogodek - Emergency Preparedness Categories)

kraju nesreče (meritve sevanja v okolju)					
Obvestiti in opozoriti javnost o takojšnjih zaščitnih ukrepih	1h – 2h	1h – 2h	1h – 2h	1h – 2h	1h – 2h po seznanitvi
Aktiviranje mobilnih enot	<1h	<1h	<1h	<1h	<1h
Svetovanje lokalnim organom	<1h po seznanitvi	<1h po seznanitvi	<1h po seznanitvi	<1h po seznanitvi	<1h po seznanitvi
Aktiviranje informacijskega središča za komuniciranje z javnostjo	1h<2h po seznanitvi	1h<2h po seznanitvi	1h<2h po seznanitvi	1h<2h po seznanitvi	1h<2h po seznanitvi
Vzpostavitev sprejemnih centrov	<2h	<4h	<2h	<4h	/
Izredni monitoring deluje s polnimi silami	<4h	<4h	<4h	<4h	<4h
Prepoved uporabe kontaminiranih živil in splošnih predmetov	<2h	<2h	<2h	<2h	<2h
Sprejem ukrepov glede mednarodne trgovine	<24h	<24h	<24h	<24h	<24h
Zaprosilo za mednarodno pomoč	<24h	<24h	<24h	<24h	<24h

Priloga 3: Zaščitni ukrepi in druge naloge za prebivalstvo ob jedrski nesreči - v primeru razglasene splošne nevarnosti zaradi reaktorske nesreče v jedrskem objektu kategorije I v Sloveniji

Zaščitni ukrepi in druge aktivnosti, ki se izvajajo	Območje preventivnih zaščitnih ukrepov (OPU)	Območje takojšnjih zaščitnih ukrepov (OTU)	Razširjeno območje ukrepanja (ROU)	Območje splošne pripravljenosti (OSP)
Evakuacija	X	X	X (če je presežen OIR 1* podoben ukrep kot preselitev, vendar se mora izvesti takoj, medtem, ko je za preselitev na razpolago več časa)	X (če je presežen OIR 1* podoben ukrep kot preselitev, vendar se mora izvesti takoj, medtem, ko je za preselitev na razpolago več časa)
Zaužitje tablet kalijevega jodida	X (kombiniran ukrep z zaklanjanjem ali evakuacijo)	X (kombiniran ukrep z zaklanjanjem ali evakuacijo)	X (skupaj z zaklanjanjem)	X (skupaj z zaklanjanjem)
Zaklanjanje	X (če ni možna evakuacija)	X (dokler traja evakuacija OPU)	X (če je odrejeno zaklanjanje zaradi radioaktivnega oblaka tudi zunaj OTU)	X (če je odrejeno zaklanjanje zaradi radioaktivnega oblaka tudi zunaj ROU, kar je malo verjetno)
Zapora in nadzor območja	X	X	X	
Dekontaminacija ljudi in opreme	(samo dekontaminacija vozil na izhodu iz območja, če je smiselno. Dekontaminacija ne sme ovirati evakuacije, zato se dekontaminacija izvaja v sprejemnih centrih)	(samo dekontaminacija vozil na izhodu iz območja, če je smiselno. Dekontaminacija ne sme ovirati evakuacije, zato se dekontaminacija izvaja v sprejemnih centrih)	X (na podlagi meritev, OIR 4****)	X (načeloma se izvaja zunaj OPU, OTU in ROU v sprejemnih centrih, OIR 4****)
Dekontaminacija površin	(samo v prehodni fazi: izpiranje cest, odstranjevanje zemlje, košnja trave,	(samo v prehodni fazi: izpiranje cest, odstranjevanje zemlje, košnja trave,	X (na podlagi meritev in ocene upravičenosti in	X (malo verjetno)

	preplastitev z novim slojem, ipd.)	preplastitev z novim slojem, ipd.)	upoštevanjem optimizacije)	
Sprejem in oskrba evakuiranih prebivalcev				X
Preselitev	(ne pride v poštev, prebivalci so evakuirani)	X (OIR 2**) (v primeru, da celotni OTU ni evakuiran)	X (OIR 2**)	X (OIR 2**) (ni verjetno, vendar te možnosti ni mogoče popolnoma izključiti)
	(v prehodni fazi na podlagi OIR2** preverimo, ali so pogoji za vrnitev evakuiranih prebivalcev v OPU in/ali OTU)			
Medicinska oskrba poškodovanih in obsevanih oseb	x (takojšnja oskrba, zdravljenje poteka zunaj OPU, OTU in ROU)	x (takojšnja oskrba, zdravljenje poteka zunaj OPU, OTU in ROU)	x (takojšnja oskrba, zdravljenje poteka zunaj OPU, OTU in ROU)	x (zdravljenje)
Prepoved uporabe kontaminiranih živil (lokalno pridelane hrane in pitne vode in mleka) ter krmil	X (OIR 3 in/ali OIR 7***) (ta omejitev se takoj uvede v OPU in OTU po razglasitvi splošne nevarnosti, nato se sprošča uporaba na podlagi OIR)	X (OIR 3 in/ali OIR 7***) (ta omejitev se takoj uvede v OPU in OTU po razglasitvi splošne nevarnosti, nato se sprošča uporaba na podlagi OIR)	X (OIR 3 in/ali OIR 7***) (če obstaja nevarnost kontaminacije (npr. prehod radioaktivnega oblaka, upoštevajo se meteorološke prognoze) se ta ukrep hitro uvede in sprošča na podlagi OIR)	X (OIR 3 in/ali OIR 7***) (če obstaja nevarnost kontaminacije (npr. prehod radioaktivnega oblaka, upoštevajo se meteorološke prognoze) se ta ukrep hitro uvede in sprošča na podlagi OIR)
Prepoved uporabe splošnih predmetov	X (splošna prepoved, nato sproščanje na podlagi meritev in ocene doz)	X (splošna prepoved, nato sproščanje na podlagi meritev in ocene doz)	X (na podlagi meritev in ocene doz)	X (na podlagi meritev in ocene doz)

Opombe:

* OIR 1: evakuacija znotraj prvega dne, jedna profilaksa (zaklanjanje, če evakuacija ni možna)

** OIR 2: varna in organizirana preselitev, prioriteta so najbolj kontaminirana področja (kjer se dozne hitrosti približujejo OIR 1)

*** OIR 3 in/ali OIR 7: prepoved uporabe sveže lokalno pridelane hrane in mleka ter nezavarovanih virov pitne vode, na podlagi meritev hitrosti doz (OIR 3)) ali specifičnih analiz (OIR 7). OIR-ja e lahko uporabljata tudi za sprostitev po splošni prepovedi.

****OIR 4: meritev kontaminacije kože (hitrost doze sevanja gama 10 cm od kože), če je raven presežena, izvesti dekontaminacijo.

V fazi takojšnjih ukrepov (v tabeli s sivo označena polja) so ukrepi osredotočeni na evakuacijo, zaužitje tablet kalijevega jodida in zaklanjanje v OPU in OTU. V ROU in OSP pa se lahko na podlagi ocene časa izpusta in lastnosti širjenja morebitnega radioaktivnega oblaka, če je tako oceno možno narediti, izvaja tudi zaklanjanje in zaužitje tablet kalijevega jodida, kot kombiniran ukrep.