Občina Trzin

TRZIN

Verzija 2.0

OCENA OGROŽENOSTI OB JEDRSKI ALI RADIOLOŠKI NESREČI V OBČINI TRZIN

	ORGAN	ODGOVORNA OSEBA PODPIS/DATUM
IZDELAL	Občinska uprava Občine Trzin	Vika Kreča 27.10.2017
ODOBRIL	Poveljnik CZ Občine Trzin	Miha Pavšek 27.10.2017
SPREJEL	Župan	Peter Ložar 27.10.2017

OBČINA TRZIN ŽUPAN • TRZIN

Številka: 842-0002/2017-1
Datum: 27. 10. 2017

VSEBINA

I.	UVOD	3
II.	OCENA OGROŽENOSTI OB IZREDNEM DOGODKU V JEDRSKIH OBJEKTIH IN ZARADI RADIOAKTIVNIH SNOVI, Izdaja 6	4
1.	*JEDRSKI OBJEKTI*	4
2.	*UPORABA RADIOAKTIVNIH SNOVI (VIRI SEVANJA)*	11
3.	*KRIMINALNO DEJANJE*	14
4.	*NENADZOROVANI VIRI SEVANJA*	16
5.	*PREVOZ RADIOAKTIVNIH SNOVI IN JEDRSKIH SNOVI*	18
6.	*PADEC SATELITA Z RADIOAKTIVNIMI SNOVMI*	21
7.	*JEDRSKA NESREČA V TUJINI*	23
III.	KRITERIJI ZA RAZVRSTITEV OBČINE V RAZRED OGROŽENOSTI OB JEDRSKI NESREČI V NEK	28
IV.	RAZVRSTITEV OBČINE V RAZRED OGROŽENOSTI OB DRUGIH JEDRSKIH ALI RADIOLOŠKIH NESREČAH	31

I. UVOD

Ocena ogroženosti ob jedrski ali radiološki nesreči v Občini Trzin (Verzija 2.0), ki jo je sprejel Župan Občine Trzin, je izdelana na podlagi Ocene ogroženosti ob jedrski ali radiološki nesreči v ljubljanski regiji, Verzija 2.0, ki jo je izdelala Izpostava URSZR Ljubljana dne 13. 10. 2017 pod št. 8422-11/2017-15-DGZR in je sestavljena iz treh delov. Prvi del je Ocena ogroženosti ob izrednem dogodku v jedrskih objektih in zaradi radioaktivnih snovi - Izdaja 6, Uprave RS za jedrsko varnost (URSJV) Ministrstva za okolje in prostor (MOP), avgust 2017, drugi del so Kriteriji za razvrstitev občine v razrede ogroženosti za jedrsko nesrečo v NEK, ki jih je izdelala URSZR, tretji del pa so Kriteriji za razvrstitev občine v razrede ogroženosti za radiološke nesreče, ki jih je izdelala URSJV v Oceni tveganja za jedrske in radiološke nesreče v Sloveniji, Izdaja 2 (avgust 2015).

Izdelana je na podlagi Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06 – uradno prečiščeno besedilu in 97/10), Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradni list RS, št. 102/04 – uradno prečiščeno besedilu, 70/08-ZVO-1B, 60/11 in 74/15), Navodila o izdelavi ocene ogroženosti (Uradni list RS, št. 39/95), Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12 in 78/16) in drugimi izvedbenimi predpisi s področja jedrske in sevalne varnosti.

Ocena ogroženosti ob jedrski ali radiološki nesreči se ni posebej usklajevala s pristojnimi organi v Občini.

II. OCENA OGROŽENOSTI OB IZREDNEM DOGODKU V JEDRSKIH OBJEKTIH IN ZARADI RADIOAKTIVNIH SNOVI (Izdaja 6)

1. JEDRSKI OBJEKTI

1.1 Viri nevarnosti

Jedrski objekti so jedrske elektrarne, raziskovalni jedrski reaktorji, objekti za predelavo in obogatitev jedrskih snovi, postroji za izdelavo gorivnih elementov, obrati za predelavo in odlaganje obsevanega jedrskega goriva ter objekti, namenjeni za skladiščenje, predelavo, obdelavo in odlaganje radioaktivnih odpadkov.

V Sloveniji imamo v skladu s kategorizacijo naslednje jedrski objekte:
- Nuklearna elektrarna Krško (v nadaljevanju: NEK),
- raziskovalni reaktor TRIGA Mark II v Podgorici (Občina Dol pri Ljubljani),
- Centralno skladišče nizko in srednje radioaktivnih odpadkov Brinje (CSRAO).

V Sloveniji ni drugih jedrskih objektov, za katere bi bilo potrebno načrtovati ukrepe za primer izrednega dogodka skladno s kategorizacijo.

1.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Nesreča v tej oceni ogroženosti pomeni dogodek, pri katerem je prišlo do sproščanja radioaktivnih snovi, ali pa obstaja potencialna nevarnost, da bo prišlo do sproščanja radioaktivnih snovi v takšnem obsegu, da so oziroma bodo znatno presežene omejitve, ki so predpisane z Zakonom o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti oziroma s pravilniki, ki jih predpisuje ta zakon.

Za jedrske objekte so izdelane študije, ki razvrščajo vzroke za določeno nesrečo na skupine po začetnih dogodkih. Vzroki za nesrečo lahko izvirajo iz okvare tehnoloških sistemov oziroma komponent ali pa zaradi človeške napake. Tako so npr. za NEK posamezni scenariji - sekvence dogodkov, ki lahko vodijo do nesreče s taljenjem sredice razdeljeni na več skupin, ki se začnejo s karakterističnim začetnim dogodkom. Takšni začetni dogodki so:

- izguba reaktorskega hladila skozi veliko odprtino,
- izguba reaktorskega hladila skozi srednjo odprtino,
- izguba reaktorskega hladila skozi majhno odprtino,
- zlom cevi v uparjalniku,
- odpoved reaktorske posode,
- puščanje reaktorskega hladila skozi različne sisteme,
- prehodni pojav brez delujočega sistema glavne napajalne vode,
- prehodni pojav z delujočim sistemom glavne napajalne vode,
- zlom glavnega parovoda,
- izguba vsega zunanjega napajanja,
- izguba vsega izmeničnega napajanja,
- prehodni pojav brez ustavitve reaktorja,
- izguba bistvene napajalne vode,
- izguba sistema za hlajenje komponent,
- izguba enosmernega napajanja,
- izguba instrumentacijskega zraka.

Samo ena okvara ne vodi do nesreče, ker so bistveni sistemi podvojeni oziroma je potrebno več okvar in napak, da bi prišlo do zaporedja dogodkov, ki vodijo k poškodbi sredice reaktorja. Zgoraj so našteti t.i. notranji začetni dogodki, obstajajo pa tudi zunanji začetni dogodki, kot so požar, poplava, potres, padec letala, ki tudi lahko vodijo do nesreče.

Pri obravnavanju nesreče ne moremo mimo človeških napak, ki se lahko pojavijo v vsaki fazi nesreče, in ki so lahko vzrok za zadetek nesreče ali za poslabšanje situacije med potekom nesreče. Med začetne dogodke, ki lahko vodijo do poškodbe sredice, pa lahko vključimo tudi diverzijo ali sabotažo.

1.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

1.3.1 Metode za oceno verjetnosti pojavljanja nesreče in oceno njihovih posledic oz. ocena tveganja zaradi delovanja jedrske elektrarne

Verjetnost nastanka in poteka nesreče v jedrski elektrarni ocenjujemo z metodologijo verjetnostnih varnostnih analiz (VVA). VVA je postopek za pridobitev numerične ocene tveganja, ki so mu izpostavljeni okolica in prebivalstvo zaradi obratovanja različnih tehnoloških objektov, oziroma prisotnosti različnih dejavnosti in procesov. VVA temelji na identifikaciji možnih začetnih dogodkov ter na določanju zaporedij dogodkov, ki jih vsak začetni dogodek lahko sproži, skupaj s posledicami. VVA so sestavljene iz treh nivojev:

Nivo 1 - izračunana je verjetnost poškodbe sredice zaradi notranjih dogodkov (izguba vsega izmeničnega napajanja, zlom cevi primarnega sistema...) in zunanjih dogodkov (požar, potres, poplava...).

Nivo 2 - izračunana je verjetnost in količina radioaktivnih izpustov, časovni razvoj poteka dogodkov v zadrževalnem hramu za različne oblike in količine izpustov radioaktivnih snovi v okolje zaradi odpovedi pregrad in sistemov zadrževalnega hrama.

Nivo 3 - izračunane so pričakovane posledice na prebivalstvo in okolje zaradi radioaktivnih izpustov, določenih v nivoju 2. Upoštevana je tudi meteorološka, topografska in demografska značilnost lokacije.

1.3.2 Osnovne značilnosti metode

Glavni rezultati
Glavni rezultat VVA je verjetnost za poškodbo sredice ter verjetnost, količina in časovni potek radioaktivnih izpustov zaradi odpovedi zadrževalnega hrama.

Glavne kategorije vhodnih podatkov
Jedrska nesreča se prične z začetnim dogodkom, ki sproži različne odzive elektrarne in s tem potek nesreče. Pomembno je stanje elektrarne v trenutku nesreče, razpoložljivost komponent, zanesljivost komponent in človeške napake. Vse to vpliva na potek nesreče. VVA kažejo, da obstaja skupina dominantnih scenarijev med množico možnih scenarijev poteka nesreče. Vsota verjetnosti vseh možnih potekov nesreče nam da celotno verjetnost za nastanek poškodbe sredice.

Negotovost rezultatov
Zaradi negotovosti vhodnih podatkov ne smemo obravnavati rezultatov analize kot absolutnih vrednosti za možnost nesreče. Analiza nam pokaže najverjetnejše scenarije, katere komponente in človeške akcije so najpomembnejše za potek nezgode ter stopnjo njihove pomembnosti.

Omejitve
V predpostavkah in poenostavitvah analize so običajno upoštevane nekatere omejitve. Obravnavajo se le potencialni radioaktivni izpusti iz sredice.

1.3.3 Tipični redi velikosti rezultatov

Pričakovana verjetnost poškodbe sredice za NEK je $4{,}69 \times 10^{-5}$, kar je primerljivo z elektrarnami podobnega tipa in starosti drugje. Ta vrednost vključuje notranje začetne dogodke, dogodke zaradi požarov, poplav, potresov in ostale zunanje dogodke, kamor spadajo padci letal, zunanje poplave, vremenske ujme, ipd. Zadrževalni hram zmanjša verjetnost izpustov radioaktivnih snovi v okolje v primeru jedrske nesreče za 10 do 50-krat. Prav tako se podaljša čas, po katerem pride do potencialnega izpusta. To omogoča učinkovitejše ukrepanje po nesreči.

Negotovost rezultatov in razlike pri verjetnostih za poškodbo rezultatov so odvisne od metodologije VVA, zato skoraj nikoli direktno ne primerjamo končnih rezultatov za verjetnost taljenja sredice med posameznimi rektorji, ne da bi pred tem upoštevali vrsto metodologije. Pri primerjavi rezultatov za verjetnost taljenja sredice za različne reaktorje je potrebno upoštevati le velikostne rede, ne pa podrobnih rezultatov. Glavni namen VVA je odkriti šibke točke, tako da se s čim manjšimi posegi doseže čim večji učinek (čim večje zmanjšanje verjetnosti taljenja sredice).

1.3.4 Uporaba VVA pri načrtovanju ukrepov

Začetni dogodek in sekvence razvoja nesreče
Pri načrtovanju ukrepov nam VVA omogoča, da glede na začetni dogodek predvidimo možne sekvence poteka nesreče.

Prevladujoče najkrajše poti odpovedi in prevladujoče sekvence razvoja nesreče
Predvidimo lahko kombinacije odpovedi, ki najbolj vplivajo na odziv elektrarne glede na poznavanje stanja sistemov in komponent v času nesreče.

Izpusti za posamezne skupine nezgodnih stanj elektrarne
Predvidimo lahko količino in časovni potek izpustov radioaktivnih snovi v okolje.

1.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Pri jedrski nesreči se sprostijo radioaktivne snovi (radioaktivni plini in radioaktivni delci) pretežno v ozračje in se razširjajo v obliki radioaktivnega oblaka v širše okolje. Stopnja ogroženosti ob jedrski nesreči zaradi radioaktivne kontaminacije okolja je odvisna od vrste in od količine izpuščene aktivnosti posameznih skupin radionuklidov (žlahtni plini, radioizotopi joda, delci z dolgoživimi cepljivimi in aktivacijskimi produkti) in od vsakokratnih meteoroloških razmer. Izpuščene radioaktivne snovi se iz kraja nesreče gibljejo v prevladujoči smeri vetrov. Transport in razširjanje sta odvisna od vremenskih razmer in tudi lokalne topografije. Radioaktivni delci se med zračnim transportom usedajo na površino tal (suha depozicija oz. zuhi used) ali pa z izpiranjem s padavinami (mokra depozicija oz. mokri used).

Škodljivo ionizirajoče sevanje zaradi razdioaktivnega onesnaženja ob jedrski nesreči prihaja do človeka po naslednjih prenosnih poteh:

- preko inhalacije radioaktivnih zračenih delcev,
- z zaužitjem kontaminirane hrane, mleka in pitne vode,
- preko neposrednega zunanjega obsevanja iz radioaktivnega oblaka in iz kontaminiranih tal,
- s kontaminacijo kože in oblačil,
- z nenamernim zaužitjem (prehranjevanje s kontaminiranimi rokami, kajenje, igranje otrok na kontaminiranih tleh in
- v primeru poškodb, ko lahko radioaktivne snovi vstopajo v telo tudi preko odprtih ran.

Izpostavljenost ionizirajočemu sevanju vpliva na zdravje ljudi. Učinke sevanja razdelimo na dve kategoriji:

a) Deterministični učinki

Velike doze, prejete v kratkem časovnem obdobju, kratkorono in dolgoročno ogrožajo zdravje izpostavljenih posameznikov. Če so doze dovolj velike, poškodujejo izpostavljene organe, kar povzroči sevalno bolezen ali smrt v nekaj dneh ali mesecih. Sevalna bolezen obsega bruhanje, diarejo, izgubo las, slabost v želodcu, črevesne težave, visoko temperature, izgubo teka in splošno slabost. Smrt lahko povzročijo poškodbe pljuč, tankega črevesa in kostnega mozga. Če ne gre za smrtni primer, traja okrevanje zaradi sevalne bolezni od nekaj tednov do enega leta, pri čemer pa so posamezniki po ozdravljeni sevalni bolezni še vedno lahko prizadeti zaradi zakasnelih učinkov sevanja.

Majhne doze v glavnem ne poškodujejo organov v takšni meri, da bi odpovedali, vendar pa obstaja dozni prag, pri katerem se pričnejo pojavljati poškodbe organov in tkiv. Ko je ta prag presežen, se začnejo poškodbe

organov hitro pojavljati pri večini prebivalstva. Doza, pri kateri je določeni zdravstveni učinek dosežen pri 50 % prebivalstva, označimo z D50, pri efektivnih dozah od 0,5 do 1 Sv (Sievert) se pričnejo pojavljati poškodbe organov, pri efektivnih dozah nad 2,5 Sv pa prvi smrtni primeri. LD50 (lethal dose – smrtna doza) je oznaka za dozo, pri kateri 50 % ljudi, ki je prejelo takšno dozo, umre v 60 dneh. LD50 znaša od 3 do 4,5 Sv, odvisno od medicinske oskrbe.

Če je efektivno doza okoli 1 Sv podeljena v zelo kratkem času, imamo tudi že pri povprečnem prebivalstvu primere s smrtnim izidom, ki se pojavijo po približno 2 mesecih. Za zdravega odraslega človeka in daljša obdobja sevanja pa so vrednosti za LD50 premaknjene k 2,5 Sv.

b) Stohastični učinki

Izpostavljenost majhnim dozam, ki jih oseba prejme v daljšem časovnem obdobju, lahko povzroči raka, ki se pojavi po daljšem času in ga ni možno opaziti takoj po obsevanju. Tveganje za raka naj bi bilo sorazmerno z dozo, ne glede na to, kako majhna je ta doza.

Stopnja ogroženosti se s časom spreminja. Prebivalstvo v bližini kraja nesreče bo v prvih urah po izpustu najprej izpostavljeno zunanjemu sevanju iz radioaktivnega oblaka žlahtnih plinov, nato pa vdihavanju radioaktivnih delcev, še posebej izotopov radioaktivnega joda, ki se kopičijo v žlezi ščitnici. Srednjeročno (nekaj dni po nesreči) pa prihaja do obsevne obremenitve kratkoživih izotopov zaradi zauživanja kontaminirane hrane, mleka in pitne vode (še posebej v krajih, kjer uporabljajo za pitje deževnico) ter zaradi zunanjega sevanja iz kontaminiranih tal. Med bolj dolgoročno obsevanost prebivalcev pa štejemo dozo zaradi vnosa radioaktivnih snovi z dolgoživimi radionuklidi (^{137}Cs, ^{134}Cs, ^{90}Sr) s hrano vzdolž celotne prehrambne verige.

V primeru jedrske nesreče v NEK je stopnja ogroženosti največja v bližnjih območjih (to je od nekaj km do nekaj 10 km). V večji oddaljenosti pa je ogroženost območij odvisna od smeri zračnih tokov. V primeru nesreče v oddaljenih jedrskih objektih lahko pričakujemo enakomernejšo kontaminacijo po vsem ozemlju ljubljanske regije. Ob Černobilski nesreči se je pokazalo, da je ogroženost zaradi sevanja bolj izrazita v krajih s pričakovano večjo količino padavin. Padavine namreč izperejo iz radioaktivnega oblaka radioaktivne snovi v obliki t.i. »mokrega useda«.

1.5 Potek in možni obseg nesreče

1.5.1 NEK

Za NEK so možni poteki nesreč razdelani v verjetnostni varnostni analizi NEK[1] iz leta 1994. Te analize so bile podrobneje obdelane v oceni ogroženosti NEK[2] iz leta 2015, kjer so opisani tudi vsi možni notranji in zunanji vzroki za nesreče. Ta ocena pa ne vključuje dogodkov ogrožanja fizičnega varovanja. Ti dogodki so analizirani posebej, v Načrtu fizičnega varovanja NEK[3].

Različni poteki projektnih nesreč ter scenariji z verjetnostjo za taljenje sredice za NEK so povzeti in opisani v končnem varnostnem poročilu za NEK[4].

Med nesreče v jedrskih elektrarnah, ki imajo vpliv na prebivalstvo, spadajo nesreče s poškodbo sredice, t.i. težke nesreče. Jedrske elektrarne z zadrževalnim hramom zadržijo večino radioaktivnih snovi, tako da zaščitni ukrepi za prebivalstvo niso potrebni ali pa so minimalni. Toda, če pride do odpovedi zadrževalnega hrama, se lahko v okolje sprosti znatna količina radioaktivnih snovi in zaščitni ukrepi za prebivalstvo so potrebni.

[1] NEK, Probabilistic Safety Assessment of Nuclear Power Plant Krško, Level 1 Report, January 1994; Intiating Event Analysis, Volume 2.
[2] Nuklearna elektrarna Krško, Ocena ogroženosti, rev. 4, DCM-RP-051, avgust 2015.
[3] Načrt fizičnega varovanja NEK (št. dokumenta: SP-2; revizija 1, 2013.
[4] NEK, Updated Safety Analysis Report, Ch. 15, 2013, Rev. 19.

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, itd. Na koncentracijo in pot radioaktivnih snovi v zraku vpliva tudi vreme.
Za preprečevanje in za zmanjšanje posledic jedrski nesreči so v elektrarni vgrajeni varovalni in varnostni sistemi ter naprave, katerih skupna naloga je preprečevanje nenadzorovanega uhajanja radioaktivnih snovi v okolic elektrarne.

Med remontom 2013 so v NEK vgradili filtrirni system za nadzorovano razbremenjevanje zadrževalnega hrama (PCFVS[5]), ki omogoča nadzorovan izpust preko filtrov za preprečitev odpovedi zadrževalnega hrama.

1.5.2 Reaktor TRIGA

Končna varnostna ocena za raziskovalni reaktor TRIGA Mark II v Podgorici[6] ne predvideva, da bi lahko prišlo do nesreče z radioaktivnim izpustom v okolico, ki bi imel posledice za prebivalstvo. Reaktor je konstruiran tako, da pri nenadnem povečanju moči sam ugasne (verižna reakcija se prekine zaradi negativnega Dopplerjevega koeficienta goriva) še preden se proizvede dovolj toplote, da bi prišlo do taljenja sredice. Najhujša predvidena nesreča na področju reaktorskega centra bi bila izguba vode iz reaktorskega tanka, kar bi povzročilo razkritje sredice in zelo veliko hitrost doze v reaktorski hali brez vpliva na področje zunaj ograje reaktorskega centra.

Nesreča z »največjim« vplivom na prebivalstvo pa bi bila poškodba srajčke gorivnega elementa pri premeščanju goriva, kar bi povzročilo dozo nekaj mikroSv na oddaljenosti 100 m od reaktorja TRIGA.

1.5.3 Skladišče CSRAO na Brinju

Končno varnostno poročilo za CSRAO predvideva, da bi lahko v primeru požara v skladišču prišlo do kontaminacije okolice z dolgoživimi radionuklidi, ki so skladiščeni v CSRAO. Nadaljnja možnost izrednega dogodka v skladišču je lahko tudi teroristično dejanje z namenom, da se bodisi izzove požar na lokaciji ali pa da se odtuji radioaktivne odpadke in posledično namerno povzroči radioaktivno kontaminacijo.

1.5.4 Plovila na jedrski pogon

Slovenska zakonodaja dopušča vplutje plovil na jedrski pogon v slovenske teritorialne vode. Doslej sta vpluli dve vojaški plovili v devetdesetih letih prejšnjega stoletja. Ker so taki obiski izredno redki, in ker ob mornodobnem času taka plovila ne predstavljajo pomembne grožnje okolju, je verjetnost za jedrski nesreči med bivanjem v našem morju izredno majhna.

1.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Izdelani analizi[7] ob upoštevanju verjetnosti posameznih začetnih dogodkov in nedavno vgrajenih filtrov glede stohastičnih učinkov ugotavljata, da je najbolj ogroženo območje nekaj kilometrov od elektrarne. V primeru izpusta skozi filtre, je to območje manj kot 10 km. V primerih, ko bi izpust šel mimo filtrov, kar predstavlja le 1,27 % skupne verjetnosti izpustov, bi bilo ogroženo večje območje. Iz analiz tudi izhaja, da radioaktivni izpusti med težko nesrečo zelo verjetno ne bi bili usmerjeni v določeno smer, tako da je potrebno načrtovati izvajanje zaščitnih ukrepov v vseh smereh istočasno.

Tudi pri staljeni sredici še ne bi bili potrebni takojšnji ukrepi v okolju, če zadrževalni hram zdrži (ohrani svojo projektirano tesnost) in ni močnih vetrov. Toda ker se odpovedi zadrževalnega hrama ne da napovedati, je potrebno izvajati preventivne zaščitne ukrepe, npr. evakuacijo bližnjega območja ob razglasitvi splošne nevarnosti.

---

[5] Passive Containment Filtered Vent System.
[6] Varnostno poročilo za reactor TRIGA MARK II v Podgorici, rev. 6, november 2009.
[7] Analiza ogroženosti območij okoli NE Krško v primeru jedrske nesreče (URSJV, št. DP/092/2013, verzija 2.0, januar 2015) in Revision of Risk Sugnificance Evaluation Based on the Actual Design Characteristic of PAR-s, NEK (ESD-TR-12/9, 9. 12. 2014).

1.7 Verjetne posledice nesreče

Pri posledicah jedrske nesreče je poleg zdravstvenih posledic (glej poglavje 1.4) potrebno upoštevati tudi gospodarske in psihosocialne posledice, ki izvirajo iz zaščitnih ukrepov (npr. zaradi zaklanjanja, evakuacije, zaužitja jodovih tablet, omejitev uporabe hrane, itd.). Predmete, ki jih ni možno dekontaminirati, je potrebno vzeti iz uporabe in odložiti na predpisano mesto. Vpliv takšne nesreče bi bil na industrijsko proizvodnjo, trgovanje, turizem, pridelovanje hrane, šolstvo in šport.

1.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni predvideno, da bi jedrska nesreča sprožila druge nesreče. Morebiti bi lahko spontana evakuacija povzročila porast prometnih nesreč, vendar takšen scenarij ni bil analiziran. Druge nesreče, ki bi lahko vodile k morebitni jedrski nesreči so zunanji vzroki, ki bi lahko povzročili taljenje sredice. Ta verjetnost je bila ocenjena v okviru VVA za zunanje dogodke in znaša okoli 4×10^{-6} na leto za vse zunanje dogodke (požar, poplava, vihar, itd.) razen za potres, ki sam prispeva okoli 1×10^{-5} na leto k verjetnosti za taljenje sredice.

1.9 Kombinacija jedrske in druge nesreče

V primeru kombinacije jedrski in druge nesreči lahko posledice druge nesreči onemogočijo ali otežijo ukrepanje ob jedrski nesreči. V okviru post-Fukušimskih ukrepov je NEK izvedla več ukrepov in nabavila večji nabor mobilne opreme, potrebne za obratovanje nujnih varnostnih sistemov elektrarne. V analizi ob izvedbi stresnih testov[8] po nesreči v Fukušimi je bilo ugotovljeno, da lahko NEK v najslabšem možnem primeru neodvisno zagotavlja delovanje varnostnih sistemov najmanj tri dni, v kolikor pa ne bi odpovedali prav vsi trije redundantni dizel generatorji Sistema za zasilno napajanje, pa najmanj sedem dni, ne glede na zunanjo podporo. Ocenjeno je, da bi NEK zunanjo podporo potrebovala v primeru kombinacije s katastrofalnim potresom, ki bi huje poškodoval infrastrukturo tako na lokaciji kot v njeni okolici. V takšnem primeru, ki bi lahko imel za posledico popolno izgubo Sistema zasilnega napajanja, bi bilo treba po treh dneh NEK dostaviti zasti gorivo za mobilne dizel generatorje ter morebiti še kakšen kos dodatne mobilne opreme (generatorji, črpalke, kompresorji, ipd.).

1.10 Možnost predvidevanja nesreče

Nastanka jedrske nesreče se ne da napovedati, predvidimo lahko le verjetnost. Obstajajo ocene o pričakovani verjetnosti nesreč ter ocene o najbolj verjetnih scenarijih razvoja nesreče. Vse nesreče se ne zaključijo z radioaktivnimi izpusti v okolje. Izpusti so različni po sestavi in količini. Lahko se določijo najbolj vplivni faktorji na verjetnost nesreče, radioaktivni izpusti (izvorni člen) in morebitni vpliv na njih.

1.11 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

1.11.1 Stopnje nevarnosti izrednega dogodka v NEK

Za zagotavljanje pravočasnega in ustreznega ukrepanja zaščite in reševanja se izredne dogodke v NEK razvršča v stopnje nevarnosti:

- **Stopnja 0 – nenormalni dogodek** (angl. unusual event), ki se razglasi ob nastanku dogodkov, ki bi lahko ob nepravilnem ukrepanju ali razvoju stanja, ki ga osebje v izmeni jedrske elektrarne ne bi imelo več pod nadzorom, vplivali na varnost elektrarne in bi vodili v višjo stopnjo nevarnosti;
- **Stopnja 1 – začetna nevarnost** (angl. alert), ki se razglasi pri nastanku ali razvoju dogodkov, ki imajo ali bi lahko imeli za posledico zmanjšanje varnosti v jedrski elektrarni. Možen je manjši izpust radioaktivnih snovi, ni pa pričakovati večjega tveganja za okolje;
- **Stopnja 2 – objektna nevarnost** (angl. site emergency), ki se razglasi pri nastanku ali razvoju dogodkov, ki imajo ali bi lahko imeli za posledico večjo odpoved varnostnih funkcij elektrarne in posledično

[8] Slovenian National Report on Nuclear Stress Tests, Final Report, December 2011.

ogroženost osebja jedrske elektrarne in okoliškega prebivalstva. Obstaja možnost ali pa je že prišlo do izpusta radioaktivnih snovi v takem obsegu, ki zahteva zaščitne ukrepe v jedrski elektrarni, vključno z evakuacijo območja jedrske elektrarne in območja, ki je pod neposrednim nadzorom jedrske elektrarne;

- **Stopnja 3 – splošna nevarnost** (angl. general emergency), ki se razglasi, ko grozi oziroma je prišlo do poškodbe ali taljenja sredice z možnostjo poškodovanja zadrževalnega hrama. Obstaja možnost ali pa je prišlo do izpusta radioaktivnih snovi v okolje v tolikšnem obsegu, ki zahteva zaščitne ukrepe na območju izven jedrske elektrarne.

Izredni dogodek v NEK se lahko začne s stopnjo 0, ki se potem postopoma slabša in razvije v težko jedrsko nesrečo. Temu primerno bi bile razglašene stopnje nevarnosti vse do stopnje 3. Vendar to ni nujno. Izredni dogodek se lahko začne takoj s katero koli stopnjo, tudi s stopnjo 3, kar je sicer zelo malo verjetno.

1.11.2 Območja načrtovanja za jedrsko nesrečo v NEK in zaščitni ukrepi

Za zagotavljanje pravočasnega izvajanja zaščitnih ukrepov se vnaprej določi območja izvajanja zaščitnih ukrepov:

- **Območje preventivnih ukrepov (OPU)** – območje s polmerom 3 km okrog NEK po mejah krajevnih skupnosti
- **Območje takojšnjih ukrepov (OUT)** – območje s polmerom 10 km okrog NEK po mejah krajevnih skupnosti
- **Razširjeno območje ukrepanja (ROU)** – območje s polmerom 25 km okrog NEK po mejah krajevnih skupnosti; območje je zaradi lažjega izvajanja ukrepov razdeljeno na 16 sektorjev po 22,5°
- **Območje splošne pripravljenosti (OSP)** – območje celotne Slovenije.

Evakuacija je primarni zaščitni ukrep in zaklanjanje sekundarni, če evakuacija ni možna. Zaužitje stabilnega joda pa je vzporedni ukrep k preostalima dvema, ki se ga nikoli ne izvaja samostojno.

Za odločanje o zaščitnih ukrepih v območjih OPU in OTU se uporablja stanje objekta oz. stopnja nevarnosti. V območju ROU se zaščitne ukreše določa na podlagi izračunov in izvedenih meritev. V območju OSP se izvedeno ustrezne priprave za izvedbo zaščitnih ukrepov (rezerve tablet kalijevega jodida, strategije evakuacije in zaklanjanja prebivalstva, navodila za uživanje hrane, itd.).

2. UPORABA RADIOAKTIVNIH SNOVI

2.1 Viri nevarnosti

To so stacionarni objekti, kjer uporabljajo radioaktivne snovi (npr. raziskovalni inštituti in bolnišnice). V industriji pa se lahko radioaktivne snovi uporabljajo na določenem mestu (npr. za merjenje debeline pločevine, nivojev v posodah), lahko pa so premični (npr. radiografski viri, sonde za merjenje vlažnosti in gostote cestišča, kalibracijski viri, itd.). V Prilogi 2 so navedeni statistični podatki o visoko aktivnih virih sevanja v Sloveniji - t.j. virih sevanja, ki predstavljajo s stališča sevalne varnosti in varovanja najvišje potencialno tveganje.

2.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Vzrok pri nastanku nesreče z radioaktivnimi snovmi je lahko izključno človeška napaka, ker so radioaktivne snovi pasivne naprave, tako da ne more priti do odpovedi delovanja. Vzroke lahko razdelimo na:

a) **nepravilno uporabo**, vključno z vzdrževanjem, hrambo ali izgubo radioaktivne snovi zaradi malomarnosti, nevednosti, neznanja ali neupoštevanja predpisov varstva pred sevanji,
b) **konstrukcijsko napako** pri vgradnji vira sevanja (npr. slaba izdelava ščita, neustrezno izdelano orodje za rokovanje z virom),
c) **namerno povzročitev** nesreče zaradi osebnih motivov ali organiziranega subverzivnega delovanja.

2.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Dosedanji primeri izrednih dogodkov pri uporabi radioaktivnih virov v Sloveniji:

- Dogodek z razsuto vsebino igle z 10 mg ^{226}Ra, ki je povzročila kontaminacijo prostorov na Onkološkem inštitutu v letu 1961;
- Stalitev ^{137}Cs v Železarni Štore leta 1983;
- Iskanje in najdba pogrešanega ^{137}Cs na območju podjetja Metalne v Mariboru leta 1995;
- Poškodovanje merilne sonde podjetja Igmat d.d. za merjenje vlažnosti in debeline cestišča leta 1998;
- Stalitev ^{60}Co v Železarni Acroni d.d. na Jesenicah leta 2001;
- Odkritje kontaminacije kot posledice nestrokovnega ravnanja z ionizacijskimi javljalniki požara v podjetjih Iskra Prins d.d. in Zarja Elektronika d.o.o. leta 2004 oziroma 2011;
- Izguba dveh strelovodov s ^{60}Co v Gorišnici leta 2005,
- Obsevanost dveh delavcev Q techna d.o.o. pri izvajanju industrijske radiografije leta 2013, idr.

Glede na izkušnje v Sloveniji predpostavljamo, da lahko pričakujemo ob sedanjem številu virov sevanja v Sloveniji, dogodek ali nesrečo z nenamerno kontaminacijo s pogostostjo manj kot enkrat na 25 let. Poudariti pa velja, da so efektivne doze med takimi dogodki zelo različne, odvisne od vsakega posamičnega primera.

Le manjše število virov sevanja v Sloveniji ima takšno aktivnost, da bi lahko z njimi povzročili radiološko nesrečo takšnega obsega, da bi bilo zaradi prejetih doz ogroženo življenje večjega števila ljudi. Po drugi strani pa lahko skoraj vsak vir sevanja povzroči kontaminacijo okolja in s tem povezano ekonomsko škodo. V Sloveniji ni bila do sedaj ugotovljena nobena namerno povzročena nesreča z virom sevanja. V preteklih letih se je pripetilo nekaj nezgod, ki pa niso imele pomembnejšega vpliva na zdravje ljudi.

V zadnjem desetletju je zaradi izboljšanega nadzora odkritih več virov sevanja med odpadnimi kovinami, predvsem tistimi, ki izvirajo iz področja nekdanje Jugoslavije. Večinoma gre za vire sevanja manjših aktivnosti (številčnice instrumentov, merilniki nivojev, javljalniki požara, strelovodi in podobno), zato ne predstavljajo nevarnosti večjih razsežnosti. Viri sevanja so praviloma odkriti pravočasno, zato zaradi njih ne prihaja do nesreč. Če izvirajo iz tujine, se vrnejo znanemu pošiljatelju ali pa se na stroke imetnika uskladiščijo v CSRAO.

2.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Za razliko od jedrskega objekta gre pri uporabi radioaktivnih snovi v glavnem za naslednji vrsti ogroženosti:

- Nenamerno zunanje obsevanje osebja, ki dela z radioaktivnimi snovmi ali drugih oseb, ki pridejo v njihovo bližino,
- Kontaminacijo delovnega okolja z radionuklidi, kot so npr. dolgoživi ^{241}Am ali s srednje dolgoživima ^{137}Cs, ^{60}Co, kratkoživim ^{131}I, in podobno.

Pri delu z odprtimi izotopi gre praviloma za raztres ali razlitje virov nižje aktivnosti, ki prizadenejo predvsem delovno osebje in okolje. Splošno prebivalstvo pa praviloma ni ogroženo. Običajno gre za kratkožive izotope, tako da ogroženost ni niti trajnega niti akutnega značaja.

2.5 Potek in možni obseg nesreče

Nesreča se zgodi zaradi nevednosti ali površnosti. Ljudje so v takih primerih obsevani zaradi najdbe neoznačenega in nezaščitenega vira sevanja ali pa zaradi njegove izgube, pri čemer pa ne vedo, da so v njegovem območju sevanja. Pri delu z viri sevanja pa lahko pride do izpada kapsule z radioaktivno snovjo iz naprave ali do okvare mehanizma, ki opravlja zaščitno funkcijo, t.j. da vrne vir v zaščitni vsebnik, ali zapre pot med uporabnikom in virom z zaščitnim zaslonom ali steno.

Pri delu z odprtimi viri lahko pride do kontaminacije delovnih pripomočkov ali prostora. Če pripomočkov ali prostora ne dekontaminiramo oziroma ne omejimo dostopa do njih, se lahko kontaminacija raznese po objektu ali širši okolici. Obseg nesreče je praviloma lokalne razsežnosti, saj zaradi kontroliranega delovnega okolja ni pričakovati kontaminacije ali povišane hitrosti doze na širšem območju. Izjema so primeri, ko pride do taljenja visoko aktivnega in disperzivnega vira sevanja v železarni, pri čemer lahko pride do kontaminacije zaradi zračenega transporta tudi na večje razdalje.

2.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

V običajnih primerih nesreč, ko gre za delovno nesrečo pri uporabi vira sevanja, bi bilo ogroženih le nekaj ljudi, ki so v neposrednem stiku z radioaktivnimi snovmi oziroma s kontaminacijo. V primeru namernega obsevanja in/ali kontaminacije zaradi teroristične akcije bi lahko bila prizadeta večja območja in večje število prebivalstva. Smrtnih žrtev zaradi prekomernega obsevanja ali pomembnejših vplivov na zdravje ljudi skoraj ni pričakovati. Zaradi radioaktivne kontaminacije bi lahko bili določeni predmeti izločeni oziroma trajno neuporabni. Zaradi psiholoških razlogov bi lahko zamrle nekatere ekonomske in družbene dejavnosti, kar bi lahko povzročilo začasen padec cenam nepremičnin.

2.7 Verjetne posledice nesreče

Za zdravstvene posledice glej poglavje 1.7.

2.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni možno.

2.9 Možnost predvidevanja nesreče

Nesreče pri uporabi virov ni možno neposredno predvideti. Kljut temu lahko inšpekcijski nadzor ugotovi pomanjkljivo vzdrževanje, izobraževanje, pogoste napake, neupoštevanje predpisov, pomanjkljive postopke, slabo varnostno kulturo ipd., kasr so že lahko možni vzroki nesreči in jih je zato potrrebno popraviti.

2.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

Prvi ukrep v primeru radiološke nesreče je zavarovanje območja, tako da se omeji sevanje in kontaminacijo. Na ta način se onemogoči dostop ljudem in živalim ter s tem prepreči nezgodno obsevanost in širjenje morebitne kontaminacije. Potrebno je fizično zavarovati ustrezno veliko območje okrog vira sevanja oz. lokacije nesreče.

Velikost območja je odvisna od doznega polja (hitrosti doze), zato je potrebno čim prej opraviti meritve, na začetku pa se določi konservativno večje območje glede na vrsto dogodka.

3. KRIMINALNO DEJANJE

3.1 Viri nevarnosti

Kazenski zakonik opredeljuje kot terorizem tudi uporabo ali grožnjo uporabe jedrskih ali radioaktivnih snovi. Ena od povzročitev splošne nevarnosti je tudi povzročanje nevarnosti za življenje ljudi ali premoženje velike vrednosti z ionizirajočim sevanjem.

3.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Gre za storitev kaznivega dejanja z naklepom ali iz malomarnosti.

Posamezniki ali skupine, ki bi storile taka dejanja, bi lahko imele različne motive, npr. ideološke, politične, psihološke, osebne ("ego") ali ekonomske. Lahko bi bili tudi prisiljeni z izsiljevanjem, da storijo kaznivo dejanje ali pripomorejo k njegovi izvedbi.

Pri notranjih storilcih ("insajderjih") gre pogosto za maščevanje nezadovoljnih posameznikov, nenaklonjenost organizaciji, ki je vpeta v določeno okolje, ali vpliv poslabšanja gospodarske situacije.

3.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Glede na dogodke po svetu, ki so znani oziroma so strokovno odmevali v zadnjih desetletjih in vsebujejo kriminalno komponento. Gre za referenčne primere z različnimi izotopi, ki bi se ob konzervativni predpostavki, ki je srednje zanesljiva, pojavljali enkrat v 25 letih ali redkeje, pri čemer so vključena tudi kriminalna dejanja, ki ne bi imela resnejših radioloških posledic. V tej točki ni posebej omenjeno teroristično dejanje z uporabo ukradenega jedrskega orožja ali improvizirane atomske bombe, ker ocenjujemo tovrstne dogodke na ozemlju Slovenije za skrajno malo verjetne.

3.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Gre za ogroženosti posameznikov ali določenega števila ljudi zaradi zlonamerne izpostavljenosti sevanju, bodisi zaradi radioaktivnega vira, kontaminacije okolja, hrane, pitne vode ali razpršitve radioaktivnih snovi z" umazano bombo".

3.5 Potek in možni obseg nesreče

Do nesreče lahko pride tudi zaradi kraje, sabotaže ali izsiljevanja - tu so možni različni poteki, od nenamernega obsevanja zaradi nepoznavanja, da gre za radioaktivno snov, do namernega obsevanja ali zaužitja radioaktivne snovi, ki lahko pripelje do zdravstvenih posledic oziroma kontaminacije okolja. Če povzamemo skrajni scenarij »umazane bombe«, bi bili koraki oziroma potek dejanja lahko naslednji: ustanovitev skupine s trdnim ciljem, sprejeta odločitev o nasilju z uporabo jedrskih oziroma radioaktivnih snovi, kraja jedrskih oziroma radioaktivnih snovi, izdelava bombe, transport do ciljne lokacije – tarče in končna detonacija. Za reševalce je pomembno, da je treba pri terorističnih oziroma kriminalnih dejanjih privzeti možnost, da so storilci med opazovalci javnosti.

Razstrelitev radioaktivne »umazane bombe« s ^{137}Cs oziroma z ^{90}Sr, ^{241}Am, ^{226}Ra ali drugimi radionuklidi kot teroristično dejanje, bi imela zdravstvene posledice za ljudi. Vplivno območje dogodka je odvisno predvsem od aktivnosti in disperzivnosti uporabljenega vira sevanja. Učinki takšnega dejanja bi imeli velik psihološki vpliv in ekonomske posledice ter bi vzbudili tudi večjo pozornost mednarodne javnosti. Zaradi varovanja zdravja ljudi bi morali biti interventni ukrepi hitri in dobro premišljeni. Dekontaminacija v urbanem okolju bi bila zelo zahtevna.

3.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Grožnjo, ki je sicer najmanj verjetna, bi predstavljala "umazana bomba" ali druga razpršitev radioaktivnih snovi z visoko radioaktivnostjo. Takih dogodkov do sedaj po svetu ni bilo. Eden od ukrepovi za okoliške prebivalce (v

razdalji 1 km) bi bil, da do preklica ne pijejo in jedo ničesar, kar bi bilo lahko kontaminirano, izogibati bi se morali gibanju na prostem. Eden od možnih ukrepov je tudi evakuacija, ki bi prišla v poštev le v skrajnem, malo verjetnem, primeru. Gospodarski vpliv nesreče bi nastal zaradi omejene uporabnosti območja. Zaradi različnih možnosti dogodkov je težko predvideti vpliv na kulturno dediščino, v večini primerov iz tega poglavja le-ti niso pričakovani.

3.7 Verjetne posledice nesreče

Za zdravstvene posledice glej poglavje 1.7.

Kriminalna in teroristična dejanja bi bila najverjetneje povezana z globalnimi političnimi izzivi, njihove posledice pa bi lahko povzročile okrnjeno delovanje državnih organov in oviralo normalno življenje večjega dela prebivalstva.

3.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni za pričakovati, da bi kriminalno dejanje sprožilo druge nesreče.

3.9 Možnost predvidevanja nesreče

Predvidevanje kriminalnega dejanja z uporabo jedrskih ali radioaktivnih snovi ni možno.

3.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

V primeru "umazane bombe" bi morali biti zaradi varovanja zdravja ljudi zaščitni ukrepi hitri in dobro premišljeni. Dekontaminacija v urbanem okolju bi bila zahtevna in draga. Glej poglavje 2.10.

4. NENADZOROVANI VIRI SEVANJA

4.1 Viri nevarnosti

So predvsem viri sevanja, nad katerimi je bil izgubljen nadzor (t.i. »orphan sources« oziroma izgubljeni viri; tudi viri sevanja neznanega izvora). To so lahko viri, na katere se lahko preprosto »pozabi« zaradi pomanjkljivega nadzora upravljavca oziroma zaradi pomanjkljivega upravnega in inšpekcijskega nadzora. Takšni viri sevanja se pogosto pomešajo med sekundarne kovinske surovine, pogosto izhajajo iz dejavnosti, ki so bile v preteklosti pomanjkljivo regulirane glede na sedanje stanje.

Glede na pretekle izkušnje v tujini (npr. poškodovan zapuščen visoko aktivni vir ^{137}Cs v brazilski Goiânii leta 1987, stalitev visoko aktivnega ^{137}Cs v španski železarni v Algecirasu leta 1998, najdba visoko aktivnega ^{192}Ir v Egiptu leta 2000, najdba RTG naprav s ^{90}Sr v Gruziji leta 2001, najdba ^{60}Co v odpadnih kovinah v Indiji leta 2010 ter drugi podobni dogodki) lahko predstavljajo izgubljeni viri sevanja veliko nevarnost, še posebej tisti, ki so nezaščiteni in imajo veliko aktivnost ter povzročajo visoke hitrosti doze, ali pa tisti, ki so nehote staljeni pri predelavi odpadnih kovin in gredo v plinaste izpuste (^{137}Cs). Vzpostavljeni nadzor nad viri sevanja (načelo »od zibelke do groba«) in nad vnosom virov sevanja v državo, vključno z nadzorom nad odpadnimi kovinami, bistveno zmanjšujeta verjetnost takšnih dogodkov in posledic na posameznem teritorialnem območju.

Ker je odkritje nenadzorovanega vira sevanja povezano z merjenjem sevanja, jih je možno odkriti tam, kjer se to sistematično meri. To pa so lokacije odpadov, kjer se zbira, obdeluje in predeluje odpadne kovine, predvsem železo. Potem so tu mednarodni mejni prehodi, kjer so instalirani portalni ali drugi stacionarni merilniki sevanja. Nenadzorovane vire je možno odkriti tudi na vstopu v talilnice, kjer prav tako nadzirajo vhodni material, da ne vsebuje radioaktivnih virov.

4.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Vzroki za tovrstne nesreče so praviloma malomarnost upravljavca (oz. lastnika) in pomanjkljiv upravni nadzor. Ker se izgubljeni vir lahko nahaja kjerkoli, predstavlja do ponovnega »odkritja« potencialno nevarnost. Ne da bi se zavedali nevarnosti lahko ljudje takšen vir vtaknejo v žep, ali pa ga prinesejo v bivalne prostore, in poškodujejo embalažo. Pri virih, ki se nahajajo v odpadnih kovinah, je velika možnost, da končajo v talilnici železarne ali jeklarne.

4.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Verjetnost za tak dogodek - nastanek nesreče z nenadzorovanim virom sevanja - je v Sloveniji ocenjena na enkrat na deset let.

Doslej največje nesreče, ki so terjale življenje ali pustile zdravstvene posledice le nekaj posameznikom se dogajajo v svetovnem merilu približno enkrat na deset let. Prav tolikšna je svetovna verjetnost stalitve visoko aktivnega vira pri predelavi kovin. Te nesreče doslej niso terjale življenj ali povzročile trajnih posledic za zdravje ljudi. Povzročile so le občutno ekonomsko škodo. Verjetnost nesreče s trajnimi posledicami za individualnega delavca zaradi nepravilnega dela z virom sevanja se na svetu zgodi približno enkrat letno.

V Sloveniji smo beležili pri predelavi kovin stalitev vira sevanja manjše aktivnosti približno enkrat na deset let. Manjše delovne nesreče, ki niso imele posledic za zdravje ljudi, praviloma gre povečane individualne doze (se vedno naje od dovoljenih doz) posameznikov, pa se zgodijo manj kot enkrat letno.

4.4 Vrsta, obliki in stopnja ogroženosti

Vrsta, oblika in stopnje ogroženosti je podobna kot je opisana v 2.4, medtem ko gre pri taljenju vira v peči železarne ali jeklarne za radioaktivno kontaminacijo produkta (običajno ^{60}Co) ali za izpust hlapljivih radioaktivnih snovi v ozračje (običajno ^{137}Cs). Dodati je treba, da je izpust v ozračje praviloma zelo razredčen, tako da znatnih doz, ki bi terjale evakuacijo prebivalstva ni pričakovati.

4.5 Potek in možni obseg nesreče

Potek in možni obseg nesreče je enak kot v 2.5.

4.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

V običajnih primerih nesreč gre za ogroženost nekaj ljudi, ki pridejo v neposredni stik z radioaktivnim izvorom. Zaradi radioaktivne kontaminacije bi lahko bili določni predmeti izločeni oziroma trajno neuporabni.

4.7 Verjetne posledice nesreče

Za zdravstvene posledice glej poglavje 1.7.

4.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni možno.

4.9 Možnost predvidevanja nesreče

Predvidevanje nesreče ni možno, vendar se da iz dosedanjih izkušenj doma in v tujini predvideti verjetnost in posledice takšne nesreče.

4.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

Glej poglavje 2.10.

5. PREVOZ RADIOAKTIVNIH IN JEDRSKIH SNOVI

5.1 Viri nevarnosti

Pri prevozu radioaktivnih in jedrskih snovi se lahko se zgodi radiološka nesreča. Načrt ukrepov zanjo je potrebno obdelati v posebnem poglavju »Regijskega načrta ukrepov ob izrednem dogodku«. Podatki o virih sevanja - so razvidni iz prevozne listine oziroma v primerih, ko je potrebno dovoljenje, tudi iz dovoljenja za prevoz radioaktivne snovi, ki ga izdata bodisi Uprava RS za varstvo pred sevanji bodisi Uprava RS za jedrsko varnost.

MAAE INES lestvica navaja npr. nepravilno pakiranje visoko aktivnega vira kot nezgodo stopnje 2, v primeru kraje visoko aktivnega vira ali njegove napačne dobave brez ustreznih postopkov za rokovanje z njim pa celo stopnjo 3 (resna nezgoda).

5.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Pri prevozu radioaktivnih snovi so lahko vzroki prometna nesreča, kraja vozila in/ali radioaktivnih snovi, padec tovora z radioaktivnimi snovmi iz vozila oziroma teroristična akcija. Možen vzrok je lahko tudi nesreča med pretovarjanjem radioaktivnih snovi (nakladanje oziroma razkladanje ali padec težkega predmeta pri čakanju na prevoz).

5.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Točnih evidenc o številu opravljenih prevozov radioaktivnih snovi in številu prevoženih kilometrov na teritorialnem območju Republike Slovenije, ljubljanske regije in Občini Trzin ni. Na podlagi tujih statistik sklepamo, da je v Sloveniji in ljubljanski regiji v prevozu nekaj tisoč tovorov z radioaktivnimi snovmi letno. Na podlagi analize nesreč pri prevozu drugih nevarnih snovi ocenjujemo, da gre za verjetnost enega dogodka v obdobju več kot deset let.

Do sedaj v ljubljanski regiji in Občini Trzin ni bilo uradno evidentiranih nesreč pri prevozu radioaktivnih snovi. Verjetnost, da pri prevozu radioaktivnih snovi po cesti pride do nesreče, obstaja, vendar je zelo majhna.

Iz svetovnih podatkov ugotavljamo, da se pripeti pri prevozih vsega nevarnega blaga letno okoli 50 nesreč. Glede na to, da je prevozov radioaktivnih snovi vsaj 100-krat manj kot prevozov nevarnih snovi, je verjetnost nesreče z radioaktivnimi snovmi v svetovnem merilu: en dogodek na nekaj let.

Pri prevozu izrabljenega jedrskega goriva je verjetnost, da bi prišlo do raztrosa jedrskih in radioaktivnih snovi, zanemarljiva, saj so kontejnerji projektirani tako, da zdržijo celo trk z lokomotivo. Lahko tudi ocenimo, kje je večja verjetnost, da bo prišlo do nesreče pri prevozu radioaktivnih snovi. Radioaktivne snovi potujejo znotraj države od meje, ker so dobavitelji v tujini, ali pa z mednarodnega letališča Brnik, do končnih uporabnikov. Pri tem se razen pri lokalnem prevozu na končni naslov uporabljajo ceste, ki sestavljajo slovenski avtocestni križ. Tu je povečana verjetnost nesreče zaradi števila prevozov in zaradi gostote prometa.

5.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Podobno kot pri poglavju 2.4 velja, da pri nesreči z radiografskim ali obsevalnim virom sevanja lahko nastanejo sevalna polja z visoko dozno hitrostjo. Glede na tehnologijo izdelave vira sevanja z visoko aktivnostjo, načinom ščitenja vira sevanja in zahtevane embalaže pri prevozu, ter glede na zahtevano usposobljenost osebja, ki prevaža takšne radioaktivne snovi, je zelo majhna verjetnost, da bi udeleženci prejeli visoke doze sevanja.

Pri odprtih virih sevanja zaradi majhnega volumna prav tako ni pričakovati radioaktivnega onesnaženja širšega okolja, četudi bi prišlo do nesreče. Malo verjetna je tudi ogroženost zaradi kontaminacije površinskih vodotokov ali podtalnice, ker sta volumen in aktivnost tekočinskih radioaktivnih izvorov glede na volumen podtalnice majhna (ob pogoju, da se kontaminirana zemlja in materiali hitro odstranijo s prizadete površine). Razlitje ali raztros sta tudi malo verjetna, ker so praviloma tovrstni viri za prevoz ustrezno zapakirani in zaščiteni. Ob nesreči pri prevozu je možna kontaminacija embalaže, vozila ter oseb iz spremstva, udeleženih v

nesreči. Le v primeru požara pri nesreči lahko pride do termične poškodbe vira in v zvezi s tem tudi do morebitne kontaminacije oseb in okolja.

5.5 Potek in možni obseg nesreče

Zaradi prometne nesreče lahko pride do poškodbe embalaže z radioaktivno snovjo in razsutja radioaktivnih ali jedrskih snovi na mestu nesreče. Obseg nesreče je večji, če pri tem pride do požara.

5.5.1 Prevoz svežega goriva

NEK uvozi enkrat na 18 mesecev od 50 do 60 gorivnih elementov (maksimalna obogatitev z ^{235}U je 5 %). Sveže gorivo se prevaža predvsem po morju in po cesti, železnici in tudi po zraku. Sveže gorivo pride običajno z namensko ladjo po morju do Luke Koper, nato pa s tovornimi vozili po cesti do NEK. Prevozi svežega goriva za potrebe raziskovalnega reaktorja TRIGA so redki, zadnji je bil povezan z izvozom 10 svežih gorilnih elementov v Francijo leta 2007.

Morebitna nesreča povzroči znatno gospodarsko škodo zaradi morebitne fizične poškodbe goriva. Kontaminacija je malo verjetna, ker je sveže gorivo zaprto v posebnih vsebnikih za prevoz goriva. Samo gorivo je v keramični obliki, zato ni topno v vodi. Obsevanje zaradi svežega goriva je zanemarljivo, saj je svež gorivo malo radioaktivno (razpolovni čas ^{235}U je 704 mio let, ^{238}U pa 4,5 mrd let).

5.5.2 Prevoz izrabljenega goriva

NEK
Trenutno se vse gorivo iz NEK hrani na lokaciji. Izrabljeno jedrsko gorivo se bo prepeljalo v novo skladišče, v končno odlagališče ali pa na predelavo v tujino.

TRIGA
Raziskovalni reaktor TRIGA uporablja za svoje obratovanje jedrsko gorivo, ki je bilo nabavljeno v ZDA. V skladu z dogovorom med vladama RS in ZDA je bil večji del izrabljenega goriva leta 1999 vrnjen v ZDA. Izdelano je bilo ustrezno varnostno poročilo in pridobljena vsa dovoljenja. Ta prevoz je minil brez posebnosti.

Tranziti obsevanega in izrabljenega goriva
V zadnji letih je bilo preko Zahodno štajerske regije opravljenih več tranzitov obsevanega in izrabljenega goriva (nazadnje iz Romunije, Madžarske, Srbije in Avstrije). V bližnji prihodnosti takšni tranziti niso predvideni. Tranzit je bodisi cestni bodisi železniški (na relaciji Dolga vas - Luka Koper). Ponavadi gre za gorivo iz raziskovalnih reaktorjev, ki se vrača v državo, ki jih je izdelala (Rusija oz. ZDA). V Luki Koper se zabojniki - tovor vrste B(U) preložijo na namensko ladjo, na kateri se včasih nahaja že gorivo, ki je bilo naloženo v drugih pristaniščih. Organizator prevoza skupaj s policijo poskrbi za ustrezno fizično varovanje. Za varstvo pred sevanji je ustrezno poskrbljeno.

5.5.3 Prevoz radioaktivnih snovi za potrebe medicine, industrije, raziskav in drugih dejavnosti

Pošiljke radioaktivnih snovi potekajo bodisi zaradi dobave organizacijam, ki jih uporabljajo, bodisi zaradi prevoza prenosnih virov na mesto uporabe. V prvem primeru gre predvsem za uporabo virov sevanja v medicini (^{125}I, ^{131}I, ^{18}F in ^{99m}Tc) in za dobavo stacionarnih virov industriji (^{137}Cs, ^{60}Co, ^{85}Kr, ^{55}Fe, ^{90}Sr in ^{241}Am). V drugem primeru pa gre prevoze virov sevanja, ki se uporabljajo pri kontroli zvarov ali gradbenih del na terenu. Najpogostejši izotopi so ^{192}Ir v tovorkih B(U) oz. ^{75}Se, ^{137}Cs, $^{241}Am/Be$ v tovorkih A. Pogosto se prevažajo še viri sevanja nizke aktivnosti, ki so vgrajeni v prenosne merilne instrumente (^{63}Ni, ^{133}Ba, ^{137}Cs v izvzetih tovorkih).

V skladu z Zakonom o prevozu nevarnega blaga morajo imeti prevozniki navodila, kako ukrepati v primeru nezgode, v skladu s Pravilnikom o uporabi virov sevanja in sevalni dejavnosti pa morajo imeti prevozniki visoko radioaktivnih virov sevanja tudi pisna navodila, kako ukrepati oz. preprečevati nedovoljen dostop, izgubo vira sevanja, krajo ali poškodbo vira sevanja v požaru.

Posledica morebitne nesreče pri prevozu radioaktivnih snovi je prostorsko omejena, praviloma na neposredno okolico prometne nesreče ali izjemoma na nekaj hektarjev veliko območje. V primeru radionuklidov s kratkimi razpolovnimi dobami (^{131}I, ^{99m}Tc) je vpliv nesreče razmeroma kratkotrajen (nekaj dni ali tednov), zato je dekontaminacija praviloma manj zahtevna[9]. Pri nesreči z viri sevanja, ki imajo razpolovno dobo daljšo od enega leta. pa je potrebno predvideti prepakiranje oziroma dekontaminacijo in način ravnanja z nastalimi radioaktivnimi odpadki. Obstaja tudi možnost kontaminacije oseb, udeleženih v nesreči, ki bi jih bilo potrebno ustrezno oskrbeti in dekontaminirati.

5.5.4 Tranzit radioaktivnih snovi

Veljajo enaki ukrepi in podatki kot pri prevozu v domačem prometu. Posebej pa je potrebno izpostaviti tranzite virov sevanja s pomembno aktivnostjo — t.j. tistih, katerih aktivnosti dosegajo kategoriji I in II (kategorizacija MAAE). Tovrstni tranziti se dogajajo vsako leto in ustrezajo terminologiji ADR kot »radioaktivne snovi s potencialno hudimi posledicami«.

5.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Zaradi tovrstne nesreče bi bilo ogroženih nekaj ljudi oziroma bi potencialno za daljši čas morali omejiti dostop na območje, de ga ne bi bilo mogoče dekontaminirati. Površina taktnega področja bi znašala nekaj 100 m^2, v najbolj konservativnem primeru nekaj 1.000 m^2.

5.7 Verjetne posledice nesreče

Za zdravstvene posledice glej poglavje 1.7.

5.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni možno.

5.9 Možnost predvidevanja nesreče

Ni možno.

5.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

Glej poglavje 2.10.

[9] Npr. odstranitev zgornje plasti prsti v primeru razlitja ^{131}I ob cesti ali dekontaminacija vozila s spriranjem, če bi prišlo do razlitja v samem vozilu.

6. PADEC SATELITA Z RADIOAKTIVNIMI SNOVMI

6.1 Viri nevarnosti

Padec satelita, ki nosi na krovu radioaktivne snovi, na ozemlje naše regije oziroma v našo bližino, je potrebno predvideti v načrtovanju zaščite in reševanja.

6.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Vzrok za padec satelita je odpoved motorja, ki dvigne satelit na višjo orbito, ali okvara navigacijskih naprav oziroma komunikacijskih povezav z zemeljskim nadzorom leta. Odpoved motorja je lahko zaradi tehnične okvare ali pa, ker je zmanjkalo goriva. Satelit pri vstopu v zračne plasti ponavadi zgori in lahko razpade na veliko število manjših delov.

6.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Verjetnost padca satelita na ljubljansko regijo je težko oceniti, saj ni dovolj podatkov o satelitih in o snoveh, ki jih določen satelit nosi na krovu, saj gre v precej primerih za satelite, ki so v zvezi z vojaško ali vohunsko uporabo. Prav tako je nemogoče oceniti, kam točno bo satelit padel, da bi lahko ukrepali, preden satelit pade na Zemljo.

Ob predpostavki, da vsakih deset let padeta dva satelita z radioaktivnimi snovmi na krovu na Zemljo, pomeni da je verjetnost, da bi padel satelit na ozemlje Slovenije, ljubljansko regijo in občino, manj kot 10^{-6} na leto.

6.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Razlikujemo vrsto vira sevanja na satelitu: Izvor visoke alfa aktivnosti (izotopi plutonija) ali pa reaktorski vir. V prvem primeru gre za možno kontaminacijo z zelo toksičnim sevalcem alfa. V drugem primeru pomeni padec satelita kontaminacijo s fisijskimi produkti, vendar se to kontaminacija razlikuje od tiste, ki je posledica jedrske eksplozije. Predvsem ostaja radioaktivnost večinoma vezana na delce z visokimi specifičnimi aktivnostmi, in je zanjo značilno, da ne vsebuje ne jodovih in ne cezijevih izotopov. Ogroženost za ljudi izvira pretežno zaradi inhalacije radioaktivnih delcev, ki v posamezniku lahko povzročijo visoke doze, in ne od zunanjega sevanja. Območja kontaminacije so trakaste oblike s širino nekaj 10 km in v dolžini nekaj 100 km (referenca npr. padec sovjetskega satelita Kosmos na kanadsko ozemlje). Zaradi neposredne kontaminacije z radioaktivnimi delci so ogroženi nekateri prehrambeni pridelki (sveža zelenjava, sadje), medtem ko mleko, meso in gomoljasti plodovi niso kontaminirani. Ocenjene doze zaradi sevanja gama iz tal so znotraj mejnih vrednosti za prebivalstvo.

Sateliti lahko nosijo na krovu tudi manjše količine radioaktivnih snovi v instrumentih in napravah (npr. ^{63}Ni, ^{137}Cs, ^{3}H, ^{85}Kr...), ki bi ob nesreči povzročili le neznatno (dodatno) kontaminacijo oziroma obsevanje.

6.5 Potek in možni obseg nesreče

Nesreča se zgodi v trenutku, ko satelit pade na Zemljo. Prejšnjega dogajanja ni moč z gotovostjo napovedati oziroma kontrolirati. Nadzor nad gibanjem satelita (če je satelit še možno krmariti) imajo samo države, ki so lastnice satelita.

Področje, ki ga je potrebno preiskati po padcu satelita, da bi ugotovili morebitno kontaminacijo zemljišča, znaša okoli 100.000 km², kar predstavlja približno petkratno velikost Slovenije. Lahko bi bil prizadet znaten del celotnega ozemlja Slovenije ali pa le njen manjši del, regije ali pa posamezne občine znotraj teh regij.

6.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Ogroženi so tisti prebivalci in živali, ki se nahajajo na območju kontaminacije.

6.7 Verjetne posledice nesreče

Posledice nesreče izvirajo iz visokih doz, ki bi jih posameznik prejel, če bi v pljuča vdihnil »vroče delce« (za fisijske produkte npr. velikosti 10 mikrometrov z aktivnostjo 50 Bq; takšen delec da efektivno dozo 3 mikroSv, vroči delec z enako aktivnostjo sevalca alfa pa bi povzročil od tisočkrat do deset tisočkrat višjo dozo). To so drobni delci, ki imajo veliko specifično aktivnost in jih bodisi vdihnemo direktno ali ob resuspenziji s tal (ko se ponovno dvignejo v zrak). Takšne delce bi lahko človek vnesel v telo tudi z uživanjem neumitega sadja in zelenjave.

Posledice vnosa »vročih delcev v telo« za prebivalstvo so lahko v obliki stohastičnih učinkov sevanja, ne zaradi akutnega obseva.

6.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni možno.

6.9 Možnost predvidevanja nesreče

Predvideti je možno čas padca satelita, ki ga objavi lastnik satelita oziroma države, ki imajo možnost opazovanja in spremljanja satelitov ter morebitno izotopsko sestavo radioaktivnih snovi na krovu, če so na razpolago vsaj kakšni podatki o satelitu. Ni pa možno z gotovostjo napovedati, kam bo satelit padel.

6.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

V primeru padca satelita je potrebno predvideti predvsem ukrepe v prehranski verigi (nadzor kontaminiranosti hrane), lociranje vročih točk in dekontaminacijo.

7. JEDRSKA NESREČA V TUJINI

7.1 Viri nevarnosti

Potrebno je načrtovati ukrepe tudi za primer izrednega dogodka v jedrskih elektrarnah v tujini. V Prilogi 1 so elektrarne, ki se nahajajo v krogu s polmerom do 1.000 km. Za ostale jedrske objekte v tujini načrtovanje zaščitnih ukrepov za primer izrednega dogodka ni predvideno. Razlogi so naslednji:

- Ker so raziskovalni reaktorji dovolj oddaljeni, oziroma so prešibke moči,
- ker se bazeni z izrabljenim gorivom nahajajo v okviru jedrskih elektrarn (ni samostojnih bazenov z izrabljenim gorivom); podobno velja za suha skladišča izrabljenega goriva in
- ker so ostali jedrski objekti dovolj daleč.

7.2 Možni vzroki nastanka nesreče

Možni vzroki nastanka nesreče so enaki kot v 1.2.

7.3 Verjetnost pojavljanja nesreče

Verjetnost za nesrečo v jedrski elektrarni v tujini ocenimo z verjetnostjo za taljenje sredice na približno $1{,}0 \times 10^{-4}$ na leto (enkrat na deset tisoč let). Zadrževalni hram zmanjša verjetnost izpustov radioaktivnih snovi v okolje v primeru jedrske nesreče za 10 do 50-krat. Prav tako se podaljša čas, po katerem pride do potencialnega izpusta. To verjetnost pomnožimo s številom elektrarn (npr. v Evropi) in dobimo verjetnost približno enkrat na tisoč let ali še manj.

7.4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

Vrsta, oblika in stopnje ogroženosti je podobna kot je opisana v 1.4., vendar ob predpostavki, da je zračna razdalja vsaj 400 km, kar bistveno zmanjša posledice, ki načeloma padajo s kvadratom razdalje. Npr. posledice v Sloveniji/ljubljanski regiji/Občini Trzin so tisočkrat ali večkrat manjše kot tiste, ki so v okolici prizadetega objekta (npr. na razdalji 10 km).

7.5 Potek in možni obseg nesreče

Ne glede na vremensko situacijo bi nesreča v tuji jedrski elektrarni imela lahko posledice v ljubljanski regiji samo, če bi prišlo do taljenja sredice ob hkratni odpovedi zadrževalnega hrama. Glavne značilnosti poteka nesreče so že opisane v 1.5.

Jedrski reaktorji tipa VVER-440 (fizikalni principi delovanja enaki kot pri tlačnovodnih reaktorjih - PWR) v glavnem nimajo zadrževalnega hrama, kot ga imajo jedrske elektrarne v zahodnoevropskih državah.

7.6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Lahko zaključimo, da bi bil pri jedrski nesreči v tujini ogrožen del naše regije ali pa kar celotna regija, in sicer zaradi mokrega useda.

7.7 Verjetne posledice nesreče

Za zdravstvene posledice glej poglavje 1.7.

7.8 Verjetnost nastanka verižne nesreče

Ni možno.

7.9 Možnost predvidevanja nesreče

Nastanka jedrske nesreče se ne da napovedati, predvidimo lahko le verjetnost. Delno lahko nastanek nesreče predvidevamo ob predpostavki postopnega razvoja nesreče iz predhodnih dogodkov (prekurzorjev).

7.10 Načrtovanje zaščitnih ukrepov

V primeru jedrske nesreče v tujini je potrebno predvideti predvsem ukrepe v prehranski verigi (nadzor kontaminiranosti hrane), ter ukrepe, ki se nanašajo na potovanja oseb z oziroma na ogroženo področje v tujini (omejitev potovanja, trgovine, stikov, ipd, s prizadetim območjem). V primeru zelo hude jedrske nesreče v bližini (npr. jedrska elektrarna Paks) bi bilo lahko potrebno izvajati jodno profilakso.

Priloga 1: Seznam jedrskih elektrarn v oddaljenosti do 1.000 km

Država	Jedrska elektrarna	Vrsta	MWe	Km od Ljubljane	Km od mej Slovenije
BE	DOEL-1	PWR	392	951,9	875
	TIHANGE-1	PWR	962	844,2	765
	DOEL-2	PWR	433	951,9	875
	DOEL-3	PWR	1006	951,9	875
	TIHANGE-2	PWR	1008	844,2	765
	DOEL-4	PWR	1008	951,9	875
	TIHANGE-3	PWR	1015	844,2	765
BG	KOZLODUY-5	WWER	953	772,9	638
	KOZLODUY-6	WWER	953	772,9	638
CH	BEZNAU-1	PWR	365	505,7	434
	MUEHLEBERG	BWR	373	562,8	490
	BEZNAU-2	PWR	365	505,7	434
	GOESGEN	PWR	970	519,1	448
	LEIBSTADT	BWR	1165	510,6	440
CZ	DUKOVANY-1	WWER	427	358,8	239
	DUKOVANY-2	WWER	427	358,8	239
	DUKOVANY-3	WWER	427	358,8	239
	DUKOVANY-4	WWER	427	358,8	239
	TEMELIN-1	PWR	963	347,6	289
	TEMELIN-2	PWR	963	347,6	289
DE	PHILIPPSBURG-2 (KKP2)	PWR	1402	576,9	498
	GUNDREMMINGEN-B (KRB B)	BWR	1284	413	335
	GROHNDE (KWG)	PWR	1360	761	688
	GUNDREMMINGEN-C (KRB C)	BWR	1288	413	335
	ISAR-2 (KKI 2)	PWR	1410	328,9	255
	BROKDORF (KBR)	PWR	1410	941,5	872
	EMSLAND (KKE)	PWR	1329	882,7	807
	NECKARWESTHEIM-2 (GKN2)	PWR	1310	519,7	441
FR	FESSENHEIM-1	PWR	880	565	492
	FESSENHEIM-2	PWR	880	565	492
	BUGEY-2	PWR	910	714,4	638
	BUGEY-3	PWR	910	714,4	638
	BUGEY-4	PWR	880	714,4	638
	BUGEY-5	PWR	880	714,4	638
	ST. LAURENT-B1	PWR	915	998,3	926
	TRICASTIN-1	PWR	915	788,9	712
	TRICASTIN-2	PWR	915	788,9	712
	DAMPIERRE-1	PWR	890	928,8	857
	ST. LAURENT-B2	PWR	915	998,3	926
	TRICASTIN-3	PWR	915	788,9	712
	TRICASTIN-4	PWR	915	788,9	712
	DAMPIERRE-2	PWR	890	928,8	857
	DAMPIERRE-3	PWR	890	928,8	857
	DAMPIERRE-4	PWR	890	928,8	857
	CRUAS-1	PWR	915	777,6	701
	CRUAS-2	PWR	915	777,6	701
	CRUAS-3	PWR	915	777,6	701

Država	Jedrska elektrarna	Vrsta	MWe	Km od Ljubljane	Km od mej Slovenije
FR-nadaljevanje	CRUAS-4	PWR	915	777,6	701
	ST. ALBAN-1	PWR	1335	759,7	683
	ST. ALBAN-2	PWR	1335	759,7	683
	CATTENOM-1	PWR	1300	723	646
	CATTENOM-2	PWR	1300	723	646
	BELLEVILLE-1	PWR	1310	899	827
	BELLEVILLE-2	PWR	1310	899	827
	NOGENT-1	PWR	1310	871,7	799
	NOGENT-2	PWR	1310	871,7	799
	CATTENOM-3	PWR	1300	723	646
	CATTENOM-4	PWR	1300	723	646
	CHOOZ-B1	PWR	1500	848,9	772
	CHOOZ-B2	PWR	1500	848,9	772
HU	PAKS-1	WWER	470	338,8	180
	PAKS-2	WWER	473	338,8	180
	PAKS-3	WWER	443	338,8	180
	PAKS-4	WWER	473	338,8	180
NL	BORSSELE	PWR	482	989,8	913
SI	KRSKO	PWR	688	79,1	17
SK	BOHUNICE-3	WWER	429	361,6	205
	BOHUNICE-4	WWER	410	361,6	205
	MOCHOVCE-1	WWER	436	386,6	260
	MOCHOVCE-2	WWER	436	386,6	260

Priloga 2: Nevarni viri sevanja v Sloveniji

Radionuklid	Stacionaren	Prenosen	Število nevarnih virov sevanja	Število nevarnih virov sevanja, ki so hkrati radioaktivne snovi s potencialno hudimi posledicami
^{192}Ir	2	8	10	4
^{137}Cs	5	0	5	0
^{60}Co	1	0	1	0
^{241}Am	2	0	2	0
^{75}Se	0	1	1	0

Opombe:

- Vrednosti aktivnosti za nevarne vire sevanja (angl. "dangerous source" – D) so določene v Uredbi o sevalnih dejavnostih
- Število nevarnih virov sevanja – glede na trenutno aktivnost (vzeto na dan 6. 6. 2017)
- (Trenutno) število nevarnih virov sevanja, ki so hkrati radioaktivne snovi s potencialno hudimi posledicami: upoštevajoč prevoz/prevažanje in radioaktivne snovi (razred 7 pri prevozu, v skladu z ZPNB in ADR) s potencialno hudimi posledicami.
- Prenosni vir sevanja (uporaba tudi izven lokacije podjetja/organizacije).
- Stacionaren vir sevanja (stacionaren med uporabo, prevoz do organizacije in iz nje pred začetkom in po prenehanju uporabe)
- Tabela vključuje tudi zaprte vire sevanja v NEK in IJS, ne vključuje pa izrabljenih virov sevanja - radioaktivnih odpadkov v CSRAO v Brinju
- Tabela ne vključuje virov sevanja, ki se jih vnese/uvozi v Slovenijo le za ekaj dni, potem pa ponovno vrne nazaj (npr. Za karotažo vrtin ali industrijsko radiografijo)
- Tabela ne vključuje virov sevanja v tranzitu

IIII. KRITERIJI ZA RAZVRSTITEV OBČINE V RAZRED OGROŽENOSTI OB JEDRSKI NESREČI V NEK

Kriteriji za razvrstitev občine v razrede ogroženosti so izdelani na **osnovi območij načrtovanja zaščitnih ukrepov,** ki so določene na osnovi oddaljenosti od NEK.

Definicije območij načrtovanja zaščitnih ukrepov okoli NEK izhajajo iz Kriterijev za ukrepanje ob jedrski ali radiološki nesreči, ki jih je sprejela strokovna komisija za jedrsko varnost leta 1998, mednarodnih priporočil in praks v svetu.

Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov so naslednja:

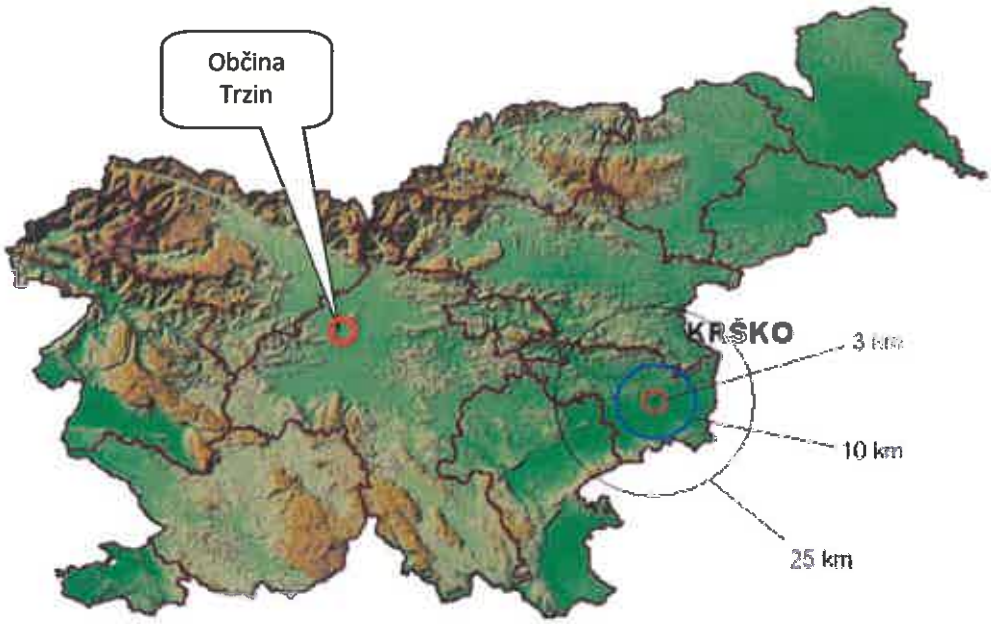
- območje preventivnih zaščitnih ukrepov - OPU, območje oddaljeno 3 km od NEK,
- območje takojšnjih zaščitnih ukrepov - OTU, območje oddaljeno 10 km od NEK,
- razširjeno območje ukrepanja - ROU, območje oddaljeno 25 km od NEK in
- območje splošne pripravljenosti -OSP, območje celotne RS.

Območje načrtovanja zaščitnih ukrepov /km od NEK	Število prebivalcev v RS
OPU (0 - 3)	11.489
OTU (3 - 10)	29.978
ROU(10 - 25)	57.856
Skupaj 0-25	99.323
Ostalo v RS	1.963.551
Skupaj	2.062.874

Preglednica 1: Podatki o številu prebivalcev v območjih načrtovanja zaščitnih ukrepov
Vir: GIS - UJME, URSZR, 2015

Posamezna območja načrtovanja zaščitnih ukrepov ne predstavljajo geometrijskih likov - krogov, ampak so prilagojena izvajanju zaščitnih ukrepov.

Zaščitni ukrepi, ki se izvajajo na posameznem območju načrtovanja zaščitnih ukrepov ob nesreči v NEK, so razčlenjeni v Regijskem načrtu zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči na območju ljubljanske regije, verzija 3.0, april 2016.



Slika 1: Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov ob jedrski nesreči v NEK

Celotno območje Občine Trzin je po tej oceni razvrščeno v enega izmed petih možnih razredov ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK.

Razred ogroženosti	Stopnja ogroženosti
1	zelo majhna
2	majhna
3	srednja
4	velika
5	zelo velika

Preglednica 2: Razredi in stopnje ogroženosti v katere se razvršča nosilce načrtovanja

1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti
	Območje oddaljenosti več kot 25 km od NEK	Območje oddaljenosti 10-25 km od NEK	Območje oddaljenosti 3-10 km od NEK	Območje oddaljenosti 0-3 km od NEK

Preglednica 3: Kriteriji za uvrstitev občin oziroma regij v razrede ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

V preglednici 3 so navedeni kriteriji za razvrstitev občin v razrede ogroženosti na osnovi območij načrtovanja zaščitnih ukrepov, ki so določene na osnovi oddaljenosti od NEK.

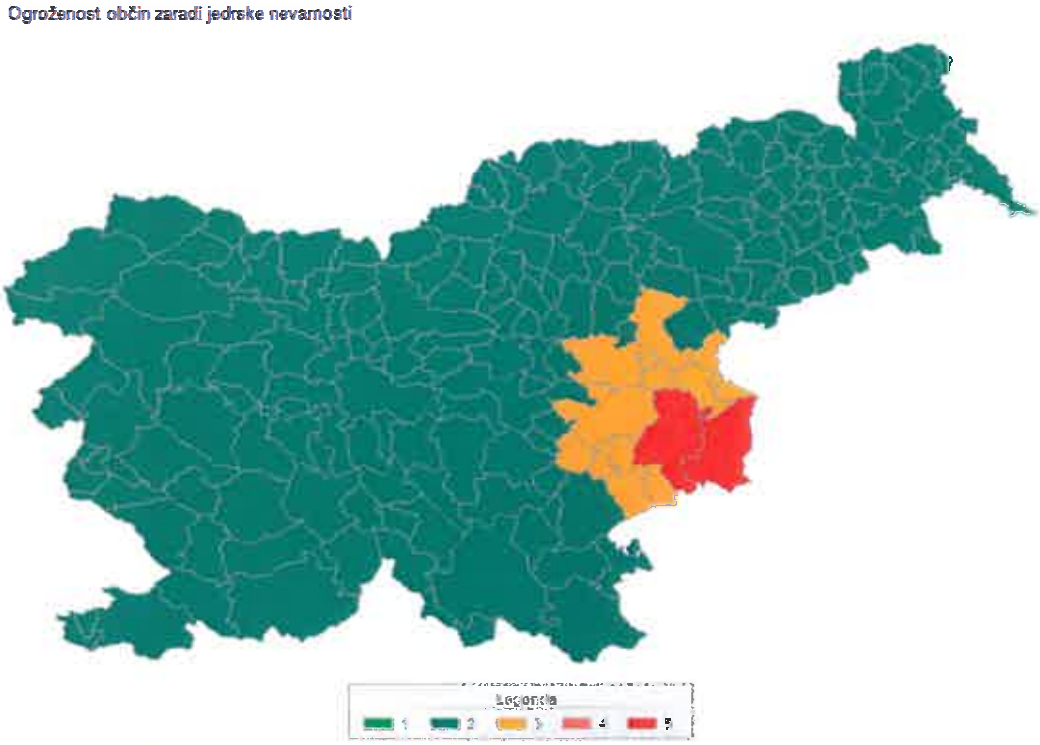
Občina Trzin se v skladu s kriteriji, ki so določeni v preglednici 3, razvršča v 2. razred ogroženosti.

Regija	Občina	Razred ogroženosti
LJUBLJANSKA	Trzin	2

1 -zelo majhna, 2- majhna, 3- srednja, 4- velika, 5 - zelo velika

Preglednica 4: Razvrstitev Občine Trzin v razred ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

Tako pa je videti razvrstitev občin v razrede ogroženosti zaradi jedrske nesreče v NEK v sliki 2.



Slika 2: Ogroženost občin zaradi jedrske nesreče v NEK

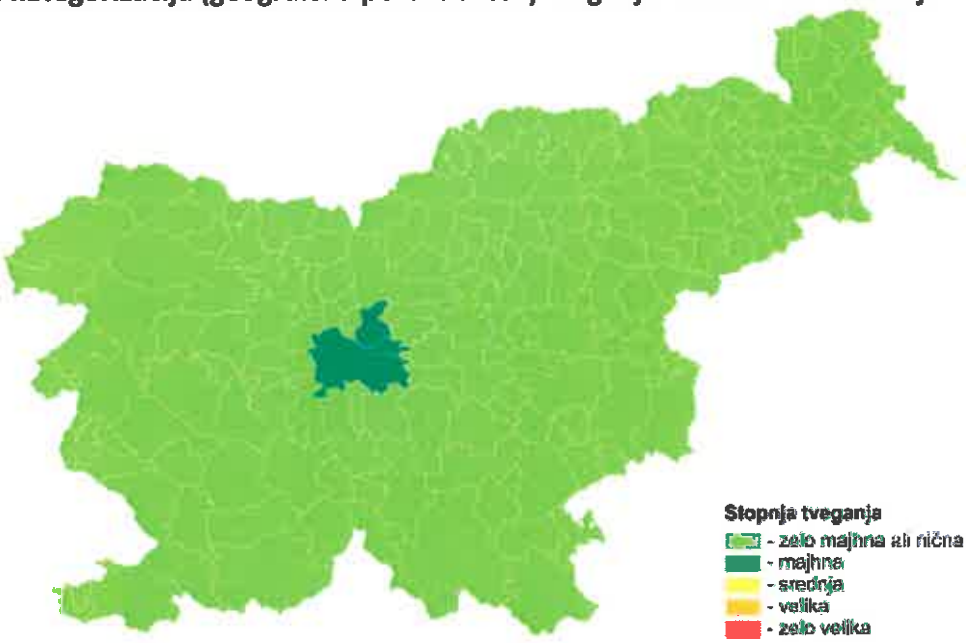
Občina	1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti	Razred ogroženosti občine
Občina Trzin	0	1	0	0	0	2

1 - zelo majhna, 2 - majhna, 3 - srednja, 4 - velika , 5 - zelo velika

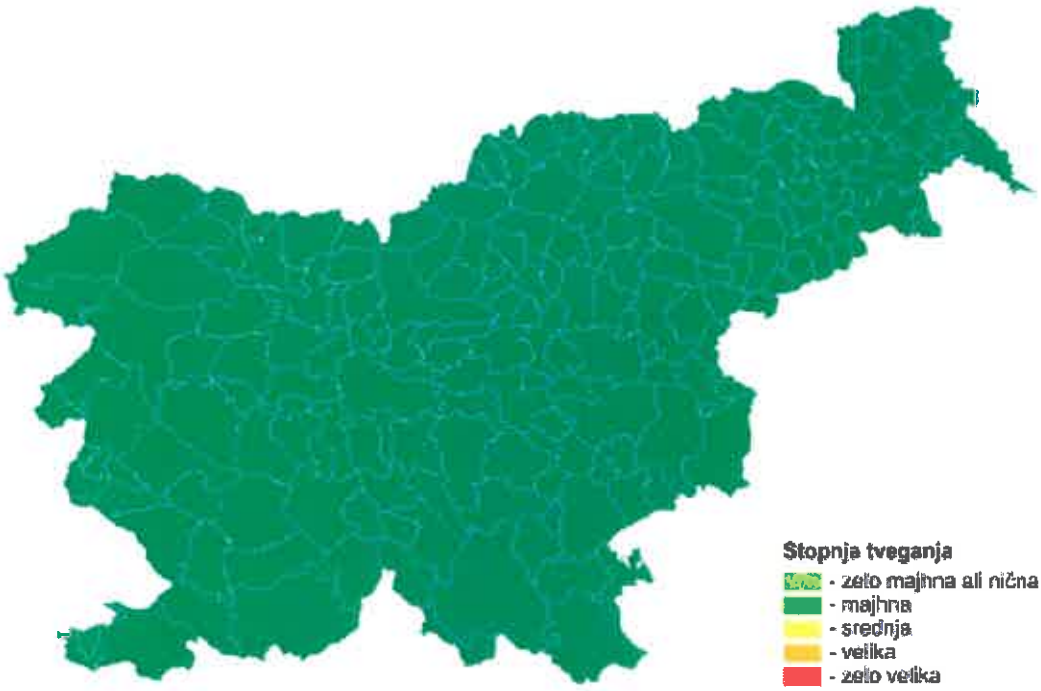
Preglednica 5: Občina Trzin, razvrščena v razred ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

IV. RAZVRSTITEV OBČINE V RAZRED OGROŽENOSTI OB DRUGIH JEDRSKIH ALI RADIOLOŠKIH NESREČAH

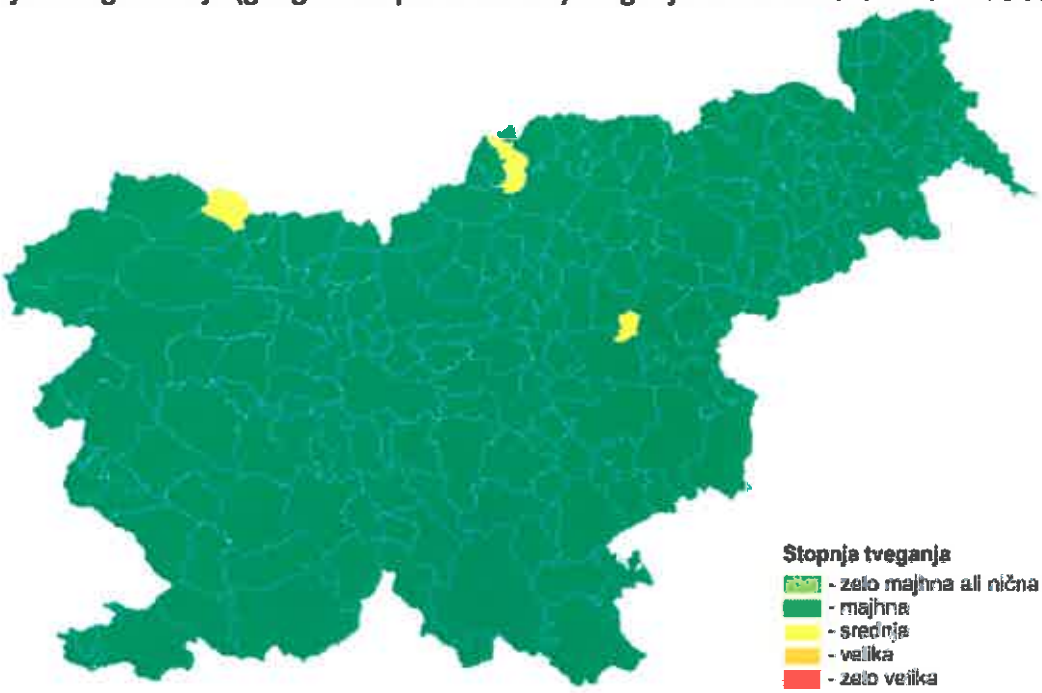
Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja nesrečo na reaktorju TRIGA



Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za nesrečo pri uporabi virov

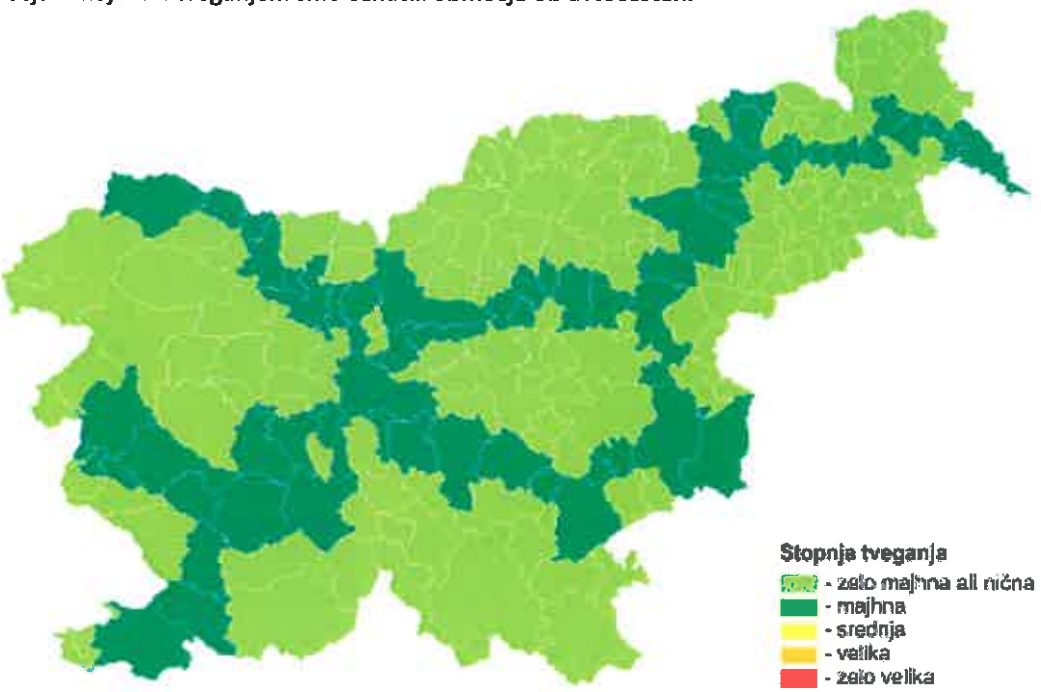


Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za nenadzorovane vire sevanja



Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za prevoz radioaktivnih in jedrskih snovi

Kot območja z majhnim tveganjem smo označili območja ob avtocestah.



Občina	Sprejem evakuirancev iz Posavja	Razred ogroženosti[10]
TRZIN	94	1

Preglednica 6: Razvrščenost Občine Trzin v razred ogroženosti in sprejem evakuirancev iz Posavja

Občina Trzin je z Državnim načrtom zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, verzija 3.0, julij 2010 (poglavje 2.1.3) in Regijskim načrtom zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči na območju ljubljanske regije, verzija 3.0, april 2016 (poglavje 2.1.2) določena kot občina za sprejem evakuirancev iz Posavja. Po zadnjih podatkih je teh oseb 94.

Temu ustrezno Občina Trzin izdela vse dela načrta zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči. Pri tem se morajo upoštevati temeljni kriteriji za namestitev prebivalcev, opredeljenih v dodatku k državnemu načrtu zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči D-208, s predvideno oskrbo evakuiranih za najmanj 7 dni. Oskrba evakuiranih prebivalcev, sprejem in namestitev se zagotavlja tudi iz državnih blagovnih rezerv.

[10] Kriteriji za razvrstitev občin v razrede ogroženosti so izdelani v Oceni tveganja za jedrske in radiološke nesreče v Sloveniji, Izdaja 2, avgust 2015.