



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO
UPRAVA RS ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE
IZPOSTAVA NOVA GORICA

Številka:8421-10/2022-1
Datum:18.03.2022

**OCENA OGROŽENOSTI ZARADI JEDRSKE ALI
RADIOLOŠKE NESREČE V SEVERNOPRIMORSKI
REGIJI**

	ORGAN	DATUM	PODPIS ODGOVORNE OSEBE
IZDELALA/ SKRBNIK	<i>Izpostava URSZR Nova Gorica</i>	<i>januar, 2014</i>	Zdenka Ferjančič
SPREJEL	<i>Izpostava URSZR Nova Gorica</i>	<i>januar, 2014</i>	SAMUEL KOSMAČ

KAZALO

PRVI DEL.....	3
1. UVOD	3
1.1 Splošno o jedrski in radiološki nesreči	3
1.2 Ionizirajoče sevanje.....	4
2. Možni vzroki nastanka nesreče	5
3. Verjetnost pojavljanja nesreče.....	6
3.3.1 Metode za oceno verjetnosti pojavljanja nesreče in oceno njihovih posledic oz. ocena tveganja zaradi delovanja jedrske elektrarne	6
3.3.2 Osnovne značilnosti metode	6
3.3.3 Tipični redi velikosti rezultatov.....	7
4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti	7
5 Potek in možni obseg nesreče	8
5.1 NE Krško	8
5.2 Nesreče v tujini.....	9
6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina	11
7 Verjetne posledice nesreče.....	12
8 Verjetnost nastanka verižne nesreče	13
9 Možnost predvidevanja nesreče.....	13
10.Sklepne ugotovitve	13
DRUGI DEL	14
1. KRITERIJI ZA RAZVRSTITEV OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI OB JEDRSKI NESREČI V NEK	14
2. RAZVRŠČANJE OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI.....	16

PRVI DEL

1. UVOD

Ocena ogroženosti ob jedrski ali radiološki nesreči v Severnoprimorski regiji verzija 1.1 je sestavljena iz dveh delov. Prvi del je Ocena ogroženosti ob izrednem dogodku v jedrskih objektih in radioaktivnih snovi. Drugi del pa so kriteriji za razvrstitev občin in regije v razrede ogroženosti, ki jih je izdelala URSZR.

Izdelana je na podlagi Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06 – UPB 97/10), Zakonom o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Uradni list. RS, št. 102/04 – UPB 2), Navodila o izdelavi ocene ogroženosti (Uradni list RS, št. 38/95), Uredbo o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/12) ter drugimi predpisi s področja jedrske in sevalne stroke.

S sprejetjem te ocene ogroženosti preneha veljati Ocena jedrske ogroženosti za Severnoprimorsko regijo št. 842-49/2006-4 z dne 22.09.2006.

1.1 Splošno o jedrski in radiološki nesreči

Jedrske in radiološke nesreče so izredni dogodki, ki neposredno ogrožajo prebivalce in okolje in zahtevajo zaščitne ukrepe. Vsak izredni dogodek v splošnem še ne pomeni nastanka nesreče. Lahko gre za zmanjšanje jedrske ali sevalne varnosti, ki tudi zahteva ustrezen odziv pristojnih.

Radiološke nesreče so izredni dogodki, ki zahtevajo zaščitne ukrepe zaradi povečanega ionizirajočega sevanja in onesnaženja z radioaktivno snovjo oziroma kontaminacije.

Radiološke nesreče se lahko zgodijo v sevalnih objektih (industrijski, raziskovalni in zdravstveni objekti z obsevalnimi napravami ali z radioaktivnimi snovmi in odlagališča z rudarsko ali hidrometalurško jalovino):

- pri ravnanju z zaprtimi ali odprtimi viri sevanja,
- s pospeševalniki delcev in
- z drugimi viri ionizirajočega sevanja.

Radiološka nesreča lahko nastane kjerkoli:

- nenadzorovani nevarni viri ionizirajočega sevanja (zavrženi, izgubljeni, najdeni, ukradeni),
- obsevanje in kontaminacija prebivalstva iz neznanega razloga,
- padec satelita z radioaktivnimi snovmi,
- prevoz radioaktivnih snovi.

Jedrske nesreče so izredni dogodki, ki 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 elektrarnah, ker vsebujejo veliko količino jedrskih in radioaktivnih snovi, ki lahko ob večjih odstopanjih od normalnega obratovanja obsevajo ljudi ali se sprostijo v okolje.

Jedrski objekti, v katerih se lahko zgodijo jedrske in radiološke nesreče, so:

- jedrske elektrarne,
- raziskovalni reaktorji,
- reaktorji na plovilih,
- skladišča in odlagališča radioaktivnih snovi in
- industrijski objekti (npr. proizvodnja jedrskega goriva).

1.2 Ionizirajoče sevanje

Ionizirajoče sevanje je sevanje z dovolj energije, da poškoduje snov. Viri ionizirajočega sevanja so naravni in umetni. Vir ionizirajočega sevanja je lahko radioaktivna snov, ki seva zaradi nestabilnih atomov in tudi naprava (npr. rentgen). Zaradi radioaktivnih snovi v okolju (zemlja, zrak, voda in tudi hrana) je človek neprestano izpostavljen ionizirajočemu sevanju. Gre za zunanje in notranje obsevanje. V zvezi s tem govorimo o dozi sevanja, ki jo telo prejme.

Do zunanjega obsevanja pride, če je vir prodornega sevanja, npr. rentgenskega, v človekovi okolici. Izpostavitve sevanju in škoda, ki jo človek ob tem utrpi, narašča s časom zadrževanja v območju sevanja (dalj časa več škode - sorazmerno) in z razdaljo do vira sevanja (bližje več škode - s kvadratom razdalje).

Do notranjega obsevanja pride zaradi vnosa radioaktivnih snovi v telo, z vdihavanjem kontaminiranega zraka (inhalacija), uživanjem kontaminirane hrane in pijače (ingestija) ter tudi zaradi vnosa skozi kožo, zlasti če je poškodovana. Notranje obsevanje je lahko nevarno predvsem pri vnosu radioaktivne snovi, ki seva sicer malo prodorna sevanja v obliki delcev - alfa (α) in beta (β), ker lahko povzroči velike poškodbe organov in drugih tkiv. Izpostavitve sevanju in škoda, ki jo človek ob tem utrpi, je v tem primeru odvisna od časa zadrževanja snovi v telesu, kar je zelo različno in odvisno tudi od lastnosti radioaktivne snovi.

V tkivu lahko zaradi ionizacije pride do okvar biološko pomembnih molekul, kar lahko privede do poškodbe ali smrti celice. Ob uničenju velikega števila celic organa ali tkiva so posledice za organizem lahko zelo resne, celo smrtne, in se pokažejo relativno hitro po obsevanju. Te učinke imenujemo deterministične in je zanje značilno, da imajo prag - ne opažamo jih pod dozo sevanja, ki je nižja od neke mejne vrednosti. Nad pragom pa se posledice večajo s prejetjo dozo.

Sevanje pa lahko v celici povzroči spremembe, ki lahko predstavljajo enega od prvih dogodkov pri spremembi celice v rakasto obliko. Kancerogenost sevanja je učinek, katerega verjetnost z večanjem doze narašča, pokažejo pa se po daljšem času. To je stohastični učinek oziroma učinek zaradi statistično ugotovljenih okvar celic. Če pa sevanje okvari spolne celice, se posledice pokažejo šele na potomcih (dedni ali hereditarni učinki).

2. Možni vzroki nastanka nesreče

Nesreča v tej oceni ogroženosti pomeni dogodek, kjer je prišlo do sproščanja radioaktivnih snovi, ali pa obstaja potencialna nevarnost, da bo prišlo do sproščanja radioaktivnih snovi v takšnem obsegu, da so oziroma bode 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 NE Krško posamezni scenariji -sekvence dogodkov, ki lahko vodijo do nesreče s taljenjem sredice razdeljeni na več skupin, ki se začnejo s karakterističnim začetnim dogodkom. Taksni začetni dogodki so (analizirani so v "Verjetnostni varnostni analizi za NE Krško"):

- 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 operabilnega sistema glavne napajalne vode,
- prehodni pojav z operabilnim sistemom glavne napajalne vode,
- zlom glavnega parovoda,
- izguba vsega zunanjšega 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 naštetih 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 seveda ne moremo mimo človeških napak, ki se lahko pojavijo v vsaki fazi nesreče, in ki so lahko vzrok za začetek nesreče ali za poslabšanje situacije med potekom nesreče. Med začetne dogodke, ki lahko vodijo do poškodbe sredice, pa lahko vključimo tudi diverzijo ali sabotažo.

3. Verjetnost pojavljanja nesreče

3.3.1 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 (WA). WA 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. WA temelji na identifikaciji možnih začetnih dogodkov ter na določanju zaporedij dogodkov, ki jih vsak začetni dogodek lahko sproži, skupaj s posledicami. WA 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.

3.3.2 Osnovne značilnosti metode

-glavni rezultati

Glavni rezultat WA 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. WA 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 upoštewane nekatere omejitve. Obravnavajo se le potencialni radioaktivni izpusti iz sredice.

3.3.3 Tipični redi velikosti rezultatov

Pričakovana verjetnost poškodbe sredice za NE Krško je $8,39 \cdot 10^{-5}$ [15], 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. Verjetnost izpustov v okolje je $5,57 \cdot 10^{-8}$ [15]. Za večino tlačnovodnih elektrarn (PWR) je verjetnost poškodbe središče velikostnega reda $1,0 \cdot 10^4$ na leto (enkrat na deset tisoč let).

Negotovost rezultatov in razlike pri verjetnostih za poškodbo rezultatov so odvisne od metodologije verjetnostnih varnostnih analiz, zato skoraj nikoli direktno ne primerjamo končnih rezultatov za verjetnost taljenja sredice med posameznimi reaktorji, 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 verjetnostnih varnostnih analiz je odkriti šibke točke, tako da se s čim manjšimi posegi doseže čim večji učinek (čim večje zmanjšanje verjetnosti taljenja sredice).

4 Vrsta, oblika in stopnja ogroženosti

V primeru jedrske nesreče v jedrskem objektu 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 fisijami in aktivacijskimi produkti) in od vsakokratnih meteoroloških razmer. Izpuščene radioaktivne snovi se iz kraja nesreče gibljejo v prevladujoči smeri vetrov. Transport in razširjanje zavisi od vremenskih razmer in tudi lokalne topografije. Radioaktivni delci se med zračnim transportom usedajo na površino tal (suha depozicija) ali pa z izpiranjem s padavinami (mokra depozicija).

Sevanje zaradi radioaktivnega onesnaženja prihaja do človeka po treh glavnih prenosnih poteh: preko inhalacije radioaktivnih zračnih delcev, preko zauživanja z vodo in hrano ter preko neposrednega zunanjega obsevanja iz radioaktivnega oblaka ali iz kontaminiranih tal. V primeru poškodb vstopajo lahko radioaktivne snovi tudi preko odprtih ran.

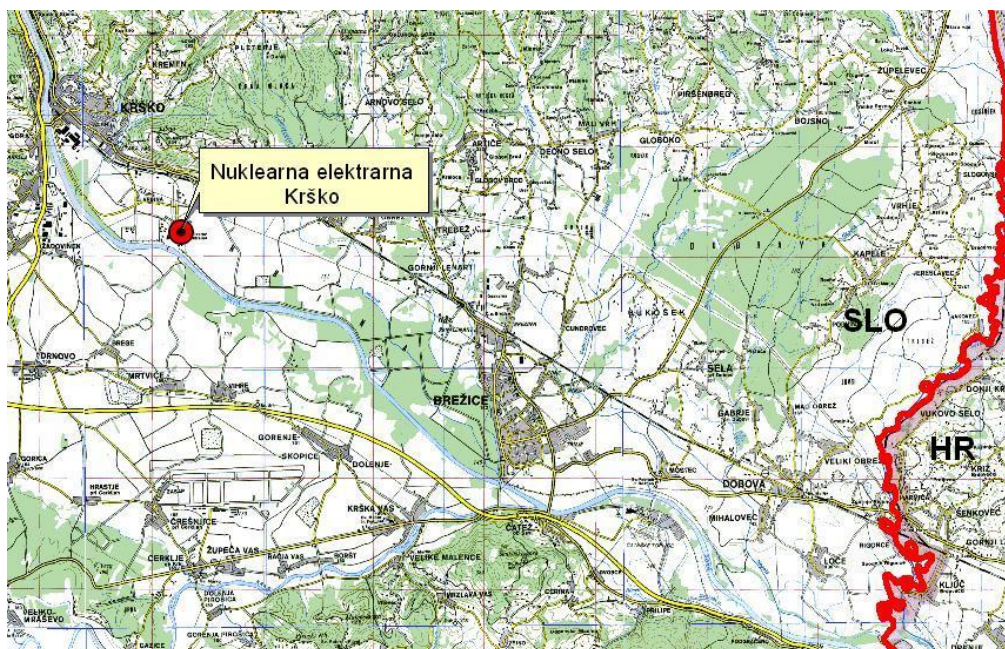
Stopnja ogroženosti se s časom spreminja. Prebivalstvo v bližini kraja nesreče bo v prvih urah po izpustu najprej izpostavljeno zunanjemu sevanju iz radioaktivnega oblaka žlahtnih plinov, nato pa vdihavanju radioaktivnih delcev, se posebej izotopov radioaktivnega joda, ki se kopičijo v ščitnici. Srednjeročno (nekaj dni po nesreči) pa prihaja do obsevne obremenitve kratkoživih izotopov zaradi zauživanja kontaminirane hrane in pitne vode (se 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 (Cs-137, Cs-134, Sr-90) s hrano vzdolž celotne prehranske verige.

V primeru jedrske nesreč v NE Krško 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 Slovenije. 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«.

5 Potek in možni obseg nesreče

5.1 NE Krško

Za nesrečo v jedrski elektrarni Krško je potek nesreče izdelan v "Oceni ogroženosti NE Krško". Različni poteki projektnih nesreč in ter scenariji z verjetnostjo za taljenje sredice za NE Krško so obdelani v »Končnem varnostnem poročilu za NE Krško« in v "Verjetnostni varnostni analizi NE Krško«. Med nesreče v jedrskih elektrarnah, ki imajo vpliv na prebivalstvo, spadajo nesreče s poškodbo sredice. Jedrske elektrarne z zadrževalnim hramom ob zagotovljeni integriteti zadrževalnega hrama zadržijo večino radioaktivnih snovi, tako da zaščitni ukrepi za prebivalstvo niso potrebni ali pa so minimalni. Če pride do odpovedi zadrževalnega hrama, se lahko v okolje sprosti znatna količina radioaktivnih snovi in zaščitni ukrepi za prebivalstvo so potrebni. 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. Pri resni poškodbi sredice se sprostijo vsi žlahtni plini (Kr, Xe), dobršen del izotopov joda (J). Zelo hlapljiv je tudi cezij (Cs), ki nastopa kot aerosol vodotopnih snovi (CsJ, CsOH). Hlapne snovi, ki nastopajo v malo topnih oksidih so telur, stroncij in barij (Te, Sr, Ba). Malo hlapne snovi pa so rutenij, lantan in cerij (Ru, La, Ce). Širjenje radioaktivnih snovi si lahko predstavljamo kot širjenje oblaka.



Slika 1: Lokacija Nuklearne elektrarne Krško

NEK je tlačnovodna elektrarna s nazivno toplotno močjo reaktorja 1994 MW, v katerem je 121 gorivnih elementov.

5.2 Nesreče v tujini

Potrebno je načrtovati zaščitne ukrepe tudi za primer izrednega dogodka v jedrskih elektrarnah v tujini.

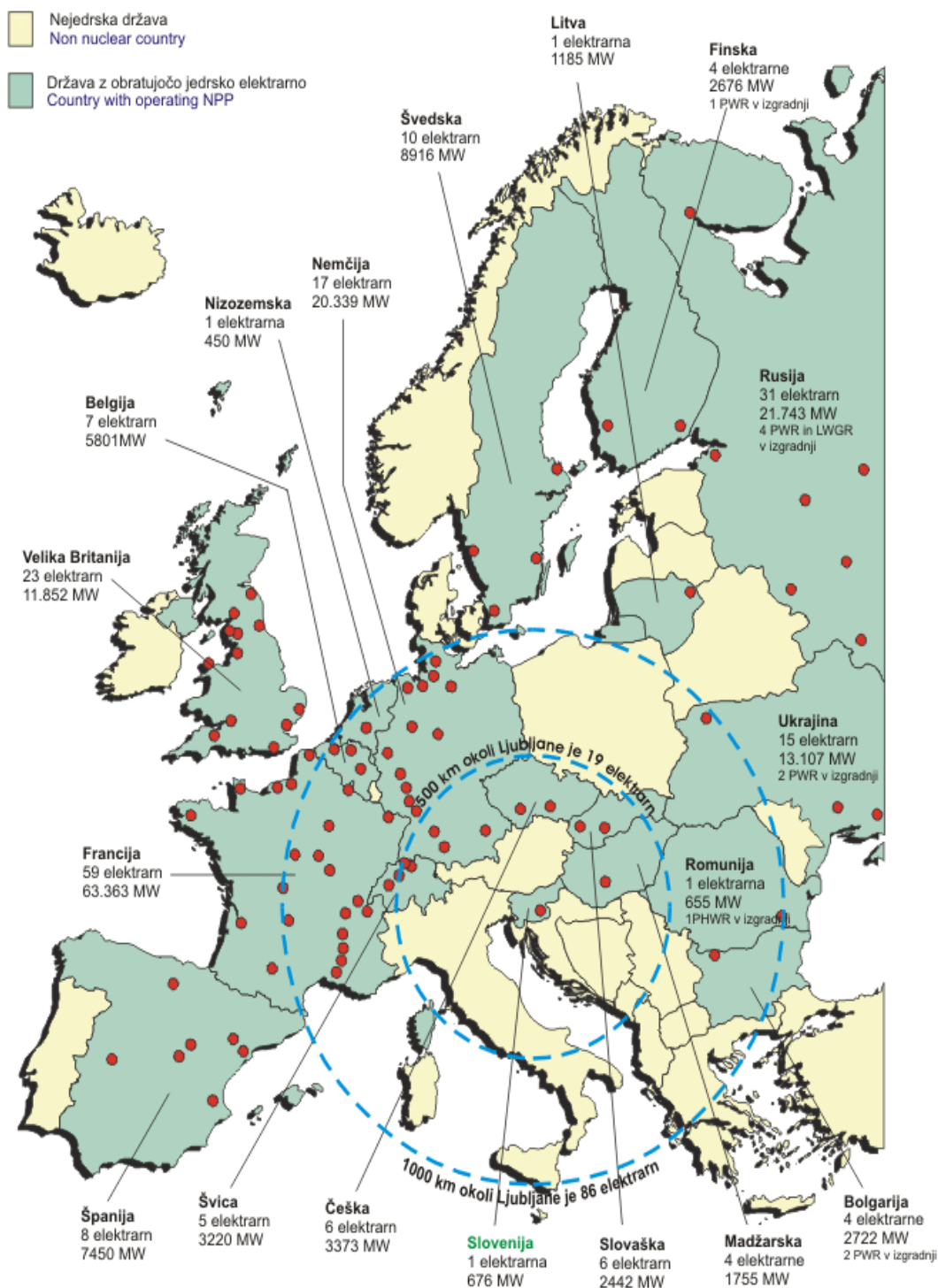
V svetu deluje okoli 440 jedrskih elektrarn. Na območju 1000 km okoli Ljubljane deluje 86 jedrskih elektrarn, od tega jih je 19 v 500-kilometrnem pasu. Sloveniji najbližje so elektrarne na Madžarskem, Slovaškem, Češkem in v Nemčiji (Slika 2).

Ob jedrskih nesrečah v oddaljenih jedrskih objektih lahko ob neugodnih vremenskih razmerah pričakujemo onesnaženje na vsem ozemlju RS. Do izrazitejšega onesnaženja lahko pride le v krajih, kjer bi med prehodom radioaktivnega oblaka čez naše ozemlje deževalo.

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).

Jedrske elektrarne v Evropi

Copyright © ICJT 2006
www.icjt.org



Stanje avgusta 2006 po podatkih Mednarodne agencije za atomsko energijo.
Status as of August 2006 as reported to IAEA.

Na eni označeni lokaciji je lahko tudi več reaktorjev.
Each indicated location can represent several reactors.

Slika 2: Jedrske elektrarne v Evropi

6 Ogroženi prebivalci, živali, premoženje in kulturna dediščina

Najbolj so ogroženi prebivalci znotraj območja takojšnjih ukrepov (v radiju 10 km okoli jedrske elektrarne) in znotraj območja ukrepov po prehrambeni verigi (v radiju 25 km okoli elektrarne).

V primeru, da je stabilnost atmosfere D (po Pasquillu), hitrost vetra 2 m/s, izpust pri tleh in izpust v bližini stavb lahko zaključimo, da tudi pri staljeni sredici se niso potrebni takojšnji zaščitni ukrepi v okolju, če zadrževalni hram zdrži (ohrani svojo projektirano tesnost). Če zadrževalni hram zdrži izpust za 12 ur in izpusti v enem dnevu ves inventar, ki nastane pri staljeni sredici, potem je potrebno evakuirati območje v radiju 10 km okoli reaktorja (intervencijski nivo za evakuacijo znaša 50 mSv v 7 dneh) in v območju 25 km okoli reaktorja razdeliti tablete KJ (intervencijski nivo za zaužitje tablet KJ znaša 100 mSv na ščitnico).

Samo pri zelo hudih nesrečah z odpovedjo zadrževalnega hrama lahko pride do smrtnih primerov zaradi takojšnjih učinkov sevanja. Za preučitev taksnih učinkov sevanja so bili narejeni izračuni v študiji WASH-1400 Reactor Safety Study. Za »PWR 4« privzamemo, da se sprost 60% žlahtnih plinov in 5 % do 10 % joda in cezija iz sredice. »PWR 4« predpostavlja takojšnjo katastrofalno odpoved zadrževalnega hrama za meteorološke pogoje povprečnega dneva. Rezultati kažejo, da vdihavanje radionuklidov najmanj prispeva k efektivni dozi. Sevanje iz radioaktivnega oblaka ne bi povzročilo smrtnih žrtev, toda 24-urno obsevanje s tal bi povzročilo efektivne doze 0.5 do 1 Sv na razdalji približno 10 km. Meja za učinke, ki povzročijo smrt (2 Sv) pa bi bila dosežena na 5 km. V taksnih primerih je potrebna hitra evakuacija, saj bi po približno 6 urah ljudje prejeli dozo, ki presega prag zgodnjih učinkov, po 12 urah pa bi bile prejete doze že tolikšne, da bi bil dosežen prag za smrtne učinke. Doze za ščitnico izvirajo v glavnem iz vdihavanja. Doza 10 Gy na ščitnico, ki povzroči odpoved ščitnice, pa bi bila presežena na območju znotraj 5 km. Potrebno je dodati, da so nesreče s taljenjem sredice in zgodnjo odpovedjo zadrževalnega hrama skrajno malo verjetne.

7 Verjetne posledice nesreče

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

(a) takojšnji (akutni) učinki:

- velike doze, prejete v kratkem časovnem obdobju, kratkoročno 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. Ti učinki se imenujejo takojšnji ali akutni. Sevalna bolezen obsega bruhanje, diarejo, izgubo las, slabost v želodcu, črevesne težave, visoko temperaturo, 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. Po ozdravljeni sevalni bolezni so posamezniki se vedno lahko prizadeti zaradi zakasnelih učinkov sevanja.
- majhne doze v glavnem ne poškodujejo organov v taksni meri, da bi odpovedali, vendar pa obstaja dozni prag, pri katerem se pričnejo pojavljati poškodbe organov. 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 050. Pri učinkovitih dozah od 0.5 do 1 Sv se pričnejo pojavljati poškodbe organov. Pri učinkovitih dozah nad 2.5 Sv pa prvi smrtni primeri. LD50 (lethal doze -smrtna doza) je oznaka za dozo, pri kateri 50% ljudi, ki je prejelo takšno dozo umre v 60 dneh. LD50 znaša od 3 Sv do 4.5 Sv, odvisno od medicinske oskrbe.
- če je učinkovita 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 obsevanja pa so vrednosti za LD50 premaknjene k 2.5 Sv.

(b) zakasneli (latentni) učinki:

- izpostavljenost majhnim dozam ali večjim dozam, ki jih oseba prejme v daljšem časovnem obdobju, lahko povzročijo 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. Nekateri viri navajajo (Reactor Safety Course R-800 -str. 5.1-3) podatek, da kolektivna učinkovita doza 20 človekSv povzroči en primer raka ne glede na to, koliko ljudi je bilo obsevanih. Potrebno je dodati, da večina ocen ne upošteva verjetnosti rakov, ki so ozdravljivi (rak ščitnice, kožni rak).

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

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 verjetnostne varnostne analize za zunanje dogodke in znasa okoli 10^{-5} na leto za vse zunanje dogodke (požar, poplava, vihar, itd.) razen za potres, ki sam prispeva okoli 5×10^{-5} na leto k verjetnosti za taljenje sredice.

9 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.

10. Sklepne ugotovitve

A. Severnoprimorsko regijo lahko prizadenejo jedrske ali radiološke nesreče:

- v jedrskih objektih NEK
- s stacionarnimi in premičnimi radioaktivnimi viri,
- pri prevozu radioaktivnih snovi,
- zaradi padca satelita z reaktorjem ali satelita, ki ima na krovu radioaktivne snovi in
- v tujini s posledicami na območju RS.

B. Jedrska nesreča širše razsežnosti (z vplivom na prebivalce in okolje) v NEK je zelo malo verjetna, saj ima elektrarna vgrajeno visoko stopnjo pasivne in aktivne varnosti.

C. Ob morebitni jedrski nesreči širše razsežnosti v NEK bi bile prizadete vse občine, Severno primorska regija, država in tudi druge države.

D. Na možnost nastanka jedrske nesreče v NEK lahko vplivajo tudi naravne in druge nesreče (npr. potres, poplave, orkanski veter, nesreča zrakoplova, ipd.).

E. Jedrska nesreča v jedrskem objektu v tujini lahko prizadene RS in Severnoprimorsko regijo.

F. Radiološke nesreče so tudi malo verjetne, vendar so lahko z resnimi posledicami za posameznike.

Na podlagi dopolnil Državnega načrta zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči verzija 3.0 št. 842-5/2013-101-DGZR z dne 26.11.2013., vse občine v regiji izdelajo **dele načrta** zaščite in reševanja (obveščanje in alarmiranje, izvajanje dolgoročnih zaščitnih ukrepov ob jedrski nesreči v NEK in nalog ZIR ter zaščitne ukrepe in naloge zaščite in reševanja ob drugih izrednih dogodkih). Izpostava URSZR Nova Gorica pa izdelava načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči za izvajanje dolgoročnih zaščitnih ukrepov ob jedrski nesreči v NEK in ukrepov ob drugih izrednih dogodkih.

DRUGI DEL

1. KRITERIJI ZA RAZVRSTITEV OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI OB JEDRSKI NESREČI V NEK

Kriteriji za razvrstitev občin in regije 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,
- območje dolgoročnih zaščitnih ukrepov - ODU, razširjeno območje ukrepanja, območje oddaljeno 25 km od NEK in
- območje splošne pripravljenosti, le ti zajemajo celotno RS.

Območje načrtovanja zaščitnih ukrepov /km od NEK	Število prebivalcev
OPU (0 - 3)	11 489
OTU (3 - 10)	29 978
ODU (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



Slika 3: Območja načrtovanja zaščitnih ukrepov 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 uvrstitev občin in regije v razrede ogroženosti na osnovi območij načrtovanja zaščitnih ukrepov, ki so določene na osnovi oddaljenosti od NEK.

2. RAZVRŠČANJE OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI

Vse občine in Severnoprimska regija so v tej oceni razvrščene v drugi od petih možnih razredov ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK.

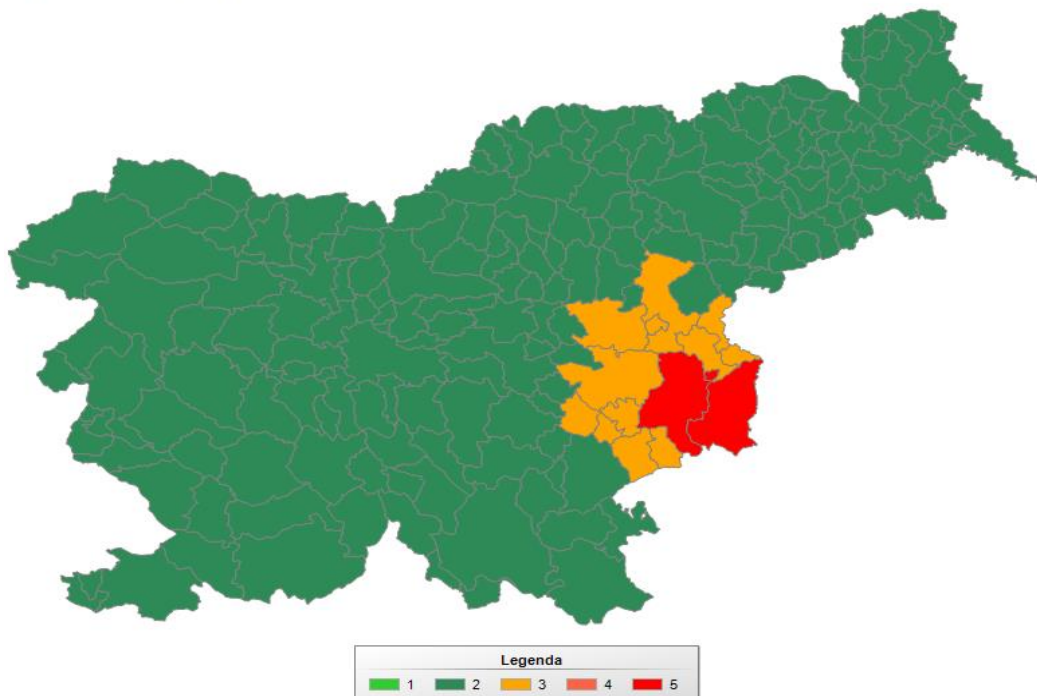
REGIJA	OBČINA	Razred ogroženosti
SEVERNOPRIMORSKA REGIJA	Ajdovščina	2
(13 občin)	Bovec	2
	Brda	2
	Cerkno	2
	Idrija	2
	Kanal	2
	Kobarid	2
	Miren-Kostanjevica	2
	Nova Gorica	2
	Renče-Vogrsko	2
	Šempeter-Vrtojba	2
	Tolmin	2
	Vipava	2

Preglednica 4: Pregled občin, razvrščenih po razredih ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

Na podlagi preglednice 4. Vse občine v Severnoprimorski izdelajo dele načrta zaščite in reševanja (obveščanje in alarmiranje, izvajanje dolgoročnih zaščitnih ukrepov ob jedrski nesreči NEK in naloge zaščite in reševanja ter zaščitne ukrepe in naloge zaščite in reševanja ob drugih izrednih dogodkih).

Tako pa je videti razvrstitev občin v RS. v razrede ogroženosti zaradi jedrske nesreče v NEK v sliki 4.

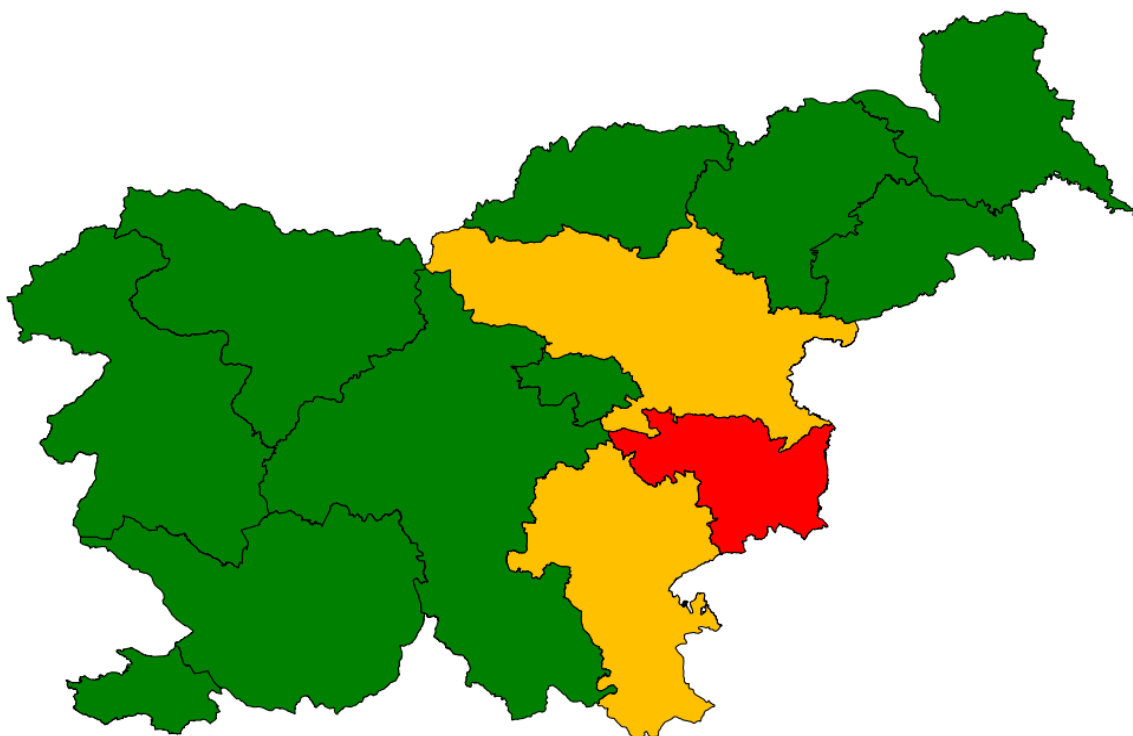
Ogroženost občin zaradi jedrske nevarnosti



Slika 4: Ogroženost občin zaradi jedrske nesreče v NEK

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

Tako je videti razvrstitev regij po razredih ogroženosti zaradi nesreče v NEK



© QGIS 2013

Slika 5: Ogroženost regije zaradi jedrske nesreče v NEK

Viri:

- Državni načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, verzija 3.0, št. 84300-4/2010/3 z dne 22. 07. 2010.
- Državna ocena ogroženosti ob jedrski ali radiološki nesreči št.842-5/2013-21-DGZR z dne 10.09.2013.