



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

UPRAVA REPUBLIKE SLOVENIJE
ZA ZAŠČITO IN REŠEVANJE

Izpostava Koper

Številka: 8421-12/2021-1-DGZR

Datum: 19. 5. 2021

OCENA OGROŽENOSTI OB JEDRSKI ALI RADIOLOŠKI NESREČI V OBALNI REGIJI

Verzija 2.0

	ORGAN	ODGOVORNA OSEBA / PODPIS
OCENO USKLADIL / SKRBNIK	Izpostava URSZR Koper	Andrej Gustinčič _____
SPREJEL	Izpostava URSZR Koper	Rok Kamenšek vodja izpostave _____

KAZALO

1. UVOD	3
1.1 Splošno o ionizirajočem sevanju	3
2. OCENA OGROŽENOSTI OB IZREDNEM DOGODKU V JEDRSKIH OBJEKTIH IN ZARADI RADIOAKTIVNIH SNOVI – IZDAJA 7	4
3. VIRI NEVARNOSTI IN MOŽNI VZROKI NASTANKA NESREČE	5
4. KRITERIJI ZA RAVZVRSTITEV OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI	6
4.1 Razvrščanje občin in regije v razrede ogroženosti	7
5. OGROŽENI OBČIN ZARADI DRUGIH JEDRSKIH IN RADIOLOŠKIH NESREČ	9
5.1 Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za nesrečo na reaktorju TRIGA	9
5.2 Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za nesrečo pri uporabi virov	9
5.3 Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za nenadzorovane vire sevanja	10
5.4 Notranja kategorizacija (geografska porazdelitev) tveganja za prevoz radioaktivnih in jedrskih snovi	10
6. VERJETNE POSLEDICE NESREČE IN VERJETNOST NASTANKA VERIŽNE NESREČE	11
7. VERJETNOST PONAVLJANJA NESREČE IN MOŽNOST PREDVIDEVANJA NESREČE	12
8. SKLEPNE UGOTOVITVE	13

1. UVOD

Ocena ogroženosti ob jedrski in radiološki nesreči v Obalni regiji (verzija 2.0), je sprejela Izpostava Uprave RS za zaščito in reševanje Koper (Izpostava URSZR Koper).

Izdelana je na podlagi Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 51/06-UPB1, 95/07 - ZSPJS in 97/10), Zakona o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (Ur. List RS, št. 76/17, 26/19), 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, 78/16, 26/19) in drugimi izvedbenimi predpisi s področja jedrske in sevalne varnosti ter Ocene ogroženosti jedrski in radiološki nesreči v Republiki Sloveniji (št. 8420-1/2017-3-DGZR, z dne 17.1.2019).

Četrty člen Uredbe o vsebini in izdelavi načrtov zaščite in reševanja (Uradni list RS, št. 24/2012) določa, da URSZR izdelava ali zagotovi ocene ogroženosti, iz katerih je razvidna možnost nastanka nesreče, za katero se izdelujejo državni in regijski načrti zaščite in reševanja. Iz ocene mora biti razvidno tudi katere občine in v kakšnem obsegu so ogrožene zaradi posamezne vrste nesreče, zato je URSZR dodala Kriterije za razvrstitev občin in regij v razrede ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK (Nuklerana elektrarna Krško) in kriterije za razvrstitev občin v razrede ogroženosti ob drugih jedrskih ali radioloških nesrečah.

1.1 Splošno o ionizirajočem sevanju

Ionizirajoče sevanje je sevanje z dovolj energije, da ionizira snov (povzroči par ion-elektron). 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 prejme telo.

Do zunanjega obsevanja pride, če je vir prodornega sevanja, npr. rentgenskega, v človekovi okolici. Izpostavitve sevanju in škoda, ki jo človek ob tem utрпи, 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 utрпи, 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 prejšjo 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. OCENA OGROŽENOSTI OB IZREDNEM DOGODKU V JEDRSKIH OBJEKTIH IN ZARADI RADIOAKTIVNIH SNOVI

Gre za Izdajo 7. To oceno je pripravila Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost leta 2018. Ocena je priložena v tiskani obliki.

3. VIRI NEVARNOSTI IN MOŽNI VZROKI NASTANKA NESREČE

Vsakršna dejavnost, povezana z ionizirajočim sevanjem (sevalna dejavnost) predstavlja določeno nevarnost. Viri nevarnosti so vsi objekti, naprave, stroji in postroji, ki vsebujejo jedrske ali radioaktivne snovi, ki v primeru izrednega dogodka povzročijo povečano sevanje. Vire nevarnosti lahko razdelimo na pet kategorij (po terminologiji Mednarne agencije za atomsko energijo).

Zaščitne ukrepe je potrebno načrtovati tudi za primer izrednega dogodka v jedrskih elektrarnah v tujini.

Število delujočih elektrarn v EU je 127 (2020). Na območju 1000 km okoli Ljubljane deluje 86 jedrskih elektrarn, od tega jih je 19 v 500-kilometrskem pasu. Sloveniji najbližje so elektrarne na Madžarskem, Slovaškem, Češkem in v Nemčiji.

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.

Elektrarne s tega območja imajo vgrajene v glavnem tlačno vodne reaktorje (PWR), vrelne (BWR) in lahko vodne reaktorje vzhodnega tipa (VVER).

Pričakovana verjetnost poškodbe sredice za večino tlačno vodnih elektrarn (PWR), kakršna je tudi NEK, znaša $1.0 \cdot 10^{-6}$ in $1.0 \cdot 10^{-4}$ na leto (enkrat na milijon let do enkrat na deset tisoč let). Pri vrelnih reaktorjih (BWR) je verjetnost za poškodbo sredice nekoliko nižja, kar je posledica tehničnih značilnosti tega tipa jedrskih elektrarn. Reaktorji vzhodnega tipa (VVER) imajo verjetnost za poškodbo sredice okoli $1.0 \cdot 10^{-4}$.

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

Slika 1: Število delujočih jedrskih elektrarn v državah EU (2020)



4. KRITERIJI ZA RAVZVRSTITEV OBČIN IN REGIJE V RAZREDE OGROŽENOSTI

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,
- razširjeno območje ukrepanja – ROU, območje oddaljeno 25 km od NEK in
- območje splošne pripravljenosti – OSP, območje celotne RS.

Preglednica 1: Podatki o številu prebivalcev v območjih načrtovanja zaščitnih ukrepov

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

Vir: GIS-UJME, URSZR, 2015.

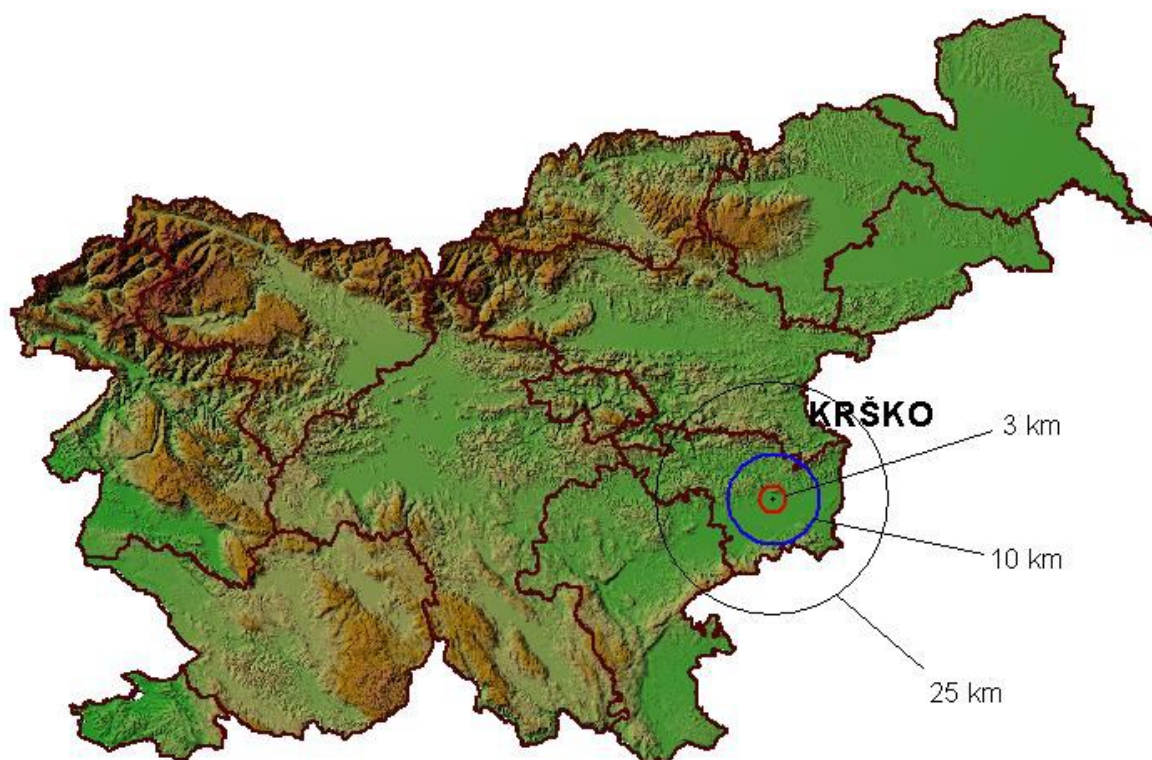
Preglednica 2: Podatki o številu prebivalcev v Obalni regiji

Občina	Število prebivalcev
Ankaran	3.224
Koper	52.630
Izola	16.486
Piran	17.676
Skupaj	90.016

Vir: statistični urad RS, 2020.

Zaščitni ukrepi, ki se izvajajo na posameznem območju načrtovanja zaščitnih ukrepov ob nesreči v NEK, so razčlenjeni v Državnem načrtu zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči.

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



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 in regij v razrede ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

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

Z nazivom "regije" so mišljene izpostave URSZR. Regije so ozemeljsko in glede vključenosti občin vanje identične izpostavam URSZR

4.1 Razvrščanje občin in regije v razrede ogroženosti

Vrsta in stopnja ogroženosti se s časom spreminja. Nezaščiteni prebivalci v bližini kraja nesreče bodo v prvih urah po izpustu najprej izpostavljeni zunanjemu sevanju iz radioaktivnega oblaka in vdihavanju radioaktivnih delcev, še posebej izotopov radioaktivnega joda, ki se kopičijo v ščitnici. Srednje (nekaj dni po nesreči) in dolgoročno pa prihaja do obsevne obremenitve zaradi zauživanja kontaminirane hrane (1-131 v mleku, listnati zelenjavi, pitni vodi), še posebej v krajih, kjer uporabljajo za pitje in napajanje živine deževnico ter zaradi zunanjega sevanja iz kontaminiranih tal. V tem obdobju so pomembni dolgoživi radionuklidi kot na primer Cs-137, Cs-134, Sr-90.

Ob jedrski nesreči v NEK je stopnja ogroženosti največja v bližnjih območjih (to je od nekaj kilometrov do nekaj 10 km). V večji oddaljenosti pa je odvisna od vremenskih razmer.

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

Območje Obalne regije leži v celoti v območju splošne pripravljenosti, kjer se zaščitni ukrepi izvajajo na podlagi meritev. NEK leži približno 150 km od Kopra.

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

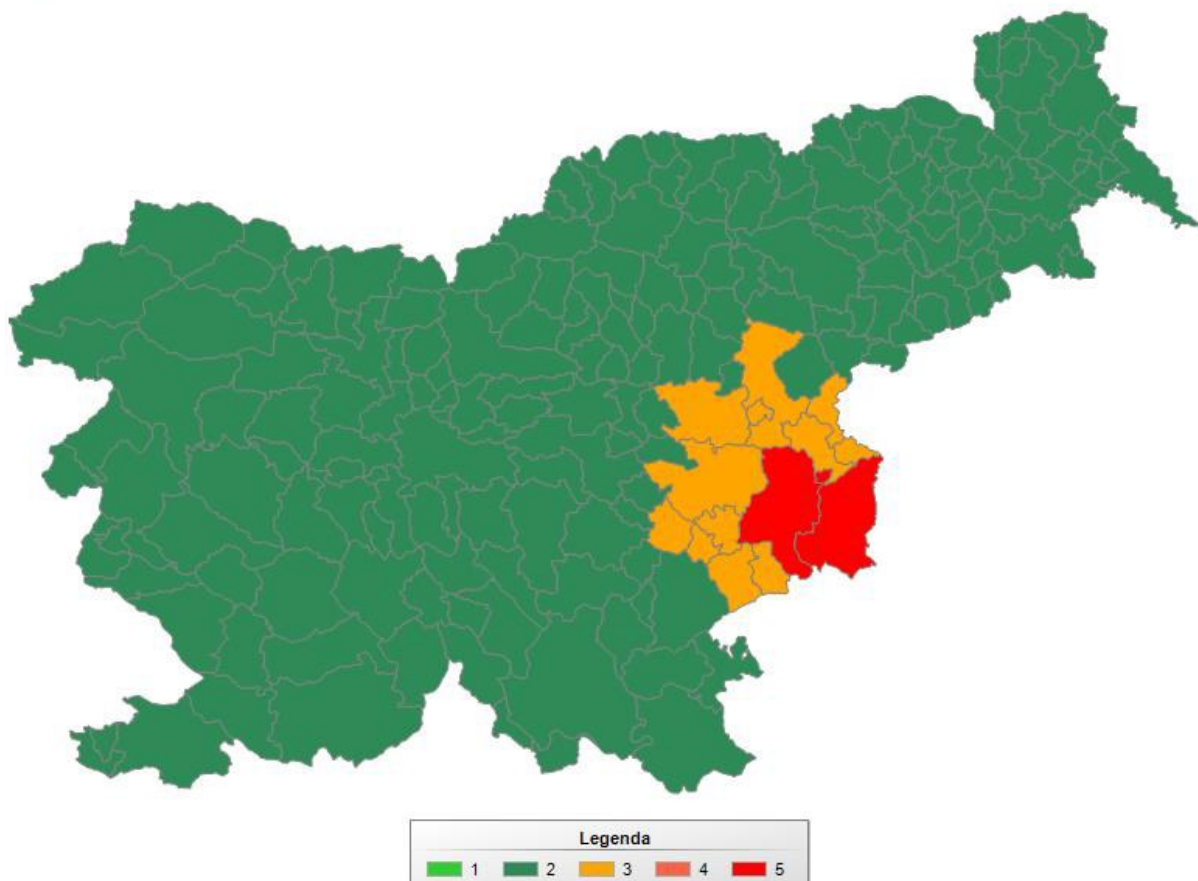
Regija	Občina	Razred ogroženosti
OBALNA	Ankaran	2
	Koper	2
	Izola	2
	Piran	2

Preglednica 5: Pregled števila občin in regije po razredih ogroženosti ob jedrski nesreči v NEK

Regija	1. razred ogroženosti	2. razred ogroženosti	3. razred ogroženosti	4. razred ogroženosti	5. razred ogroženosti	Skupno število občin	Razred ogroženosti regije
Obalna	0	4	0	0	0	4	2
Skupaj občin	0	4	0	0	0	4	2

Slika 2: Ogroženost občin Republike Slovenije, zaradi jedrske nesreče v NEK

Ogroženost občin zaradi jedrske nevarnosti



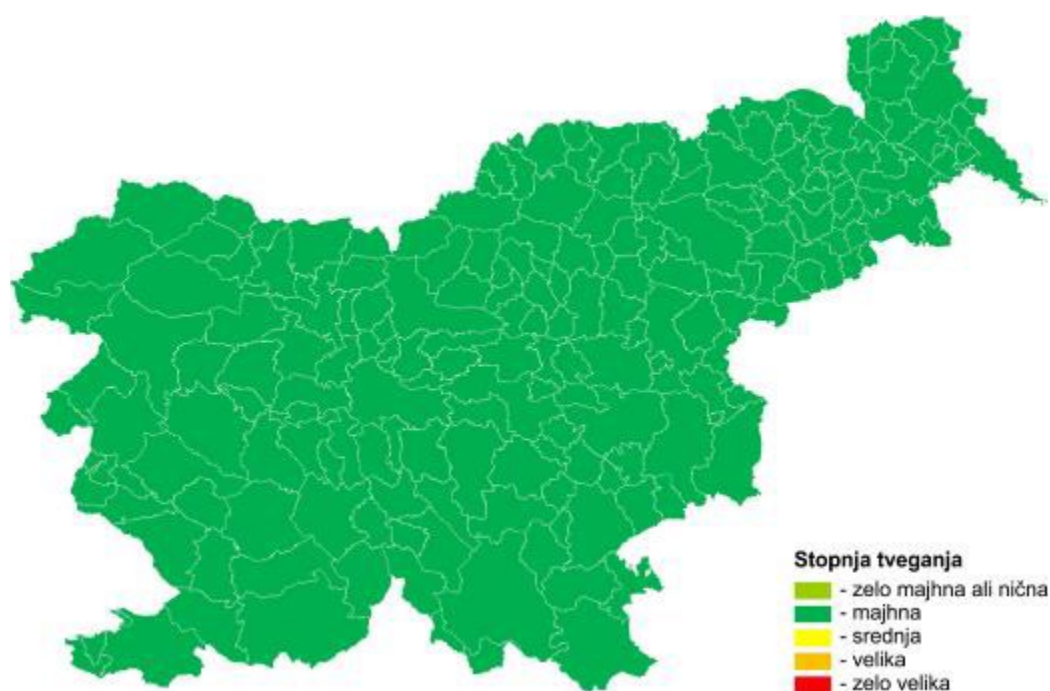
5. OGROŽENI OBČIN ZARADI DRUGIH JEDRSKIH IN RADIOLOŠKIH NESREČ

V skladu z regijskim načrtom zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, se obveznosti občin ne razlikujejo, kajti vse občine morajo v delih načrta zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči razdelati zaščitne ukrepe in naloge ob drugih izrednih dogodkih – druge jedrske ali radiološke nesreče.

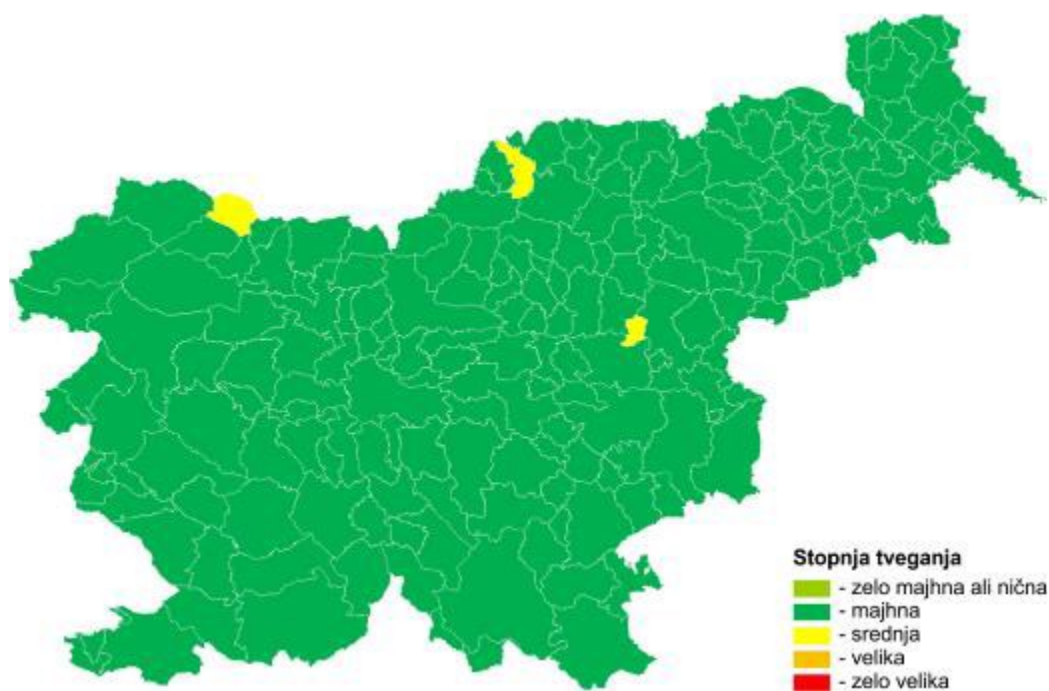
5.1 Geografska porazdelitev tveganja za nesrečo na reaktorju TRIGA



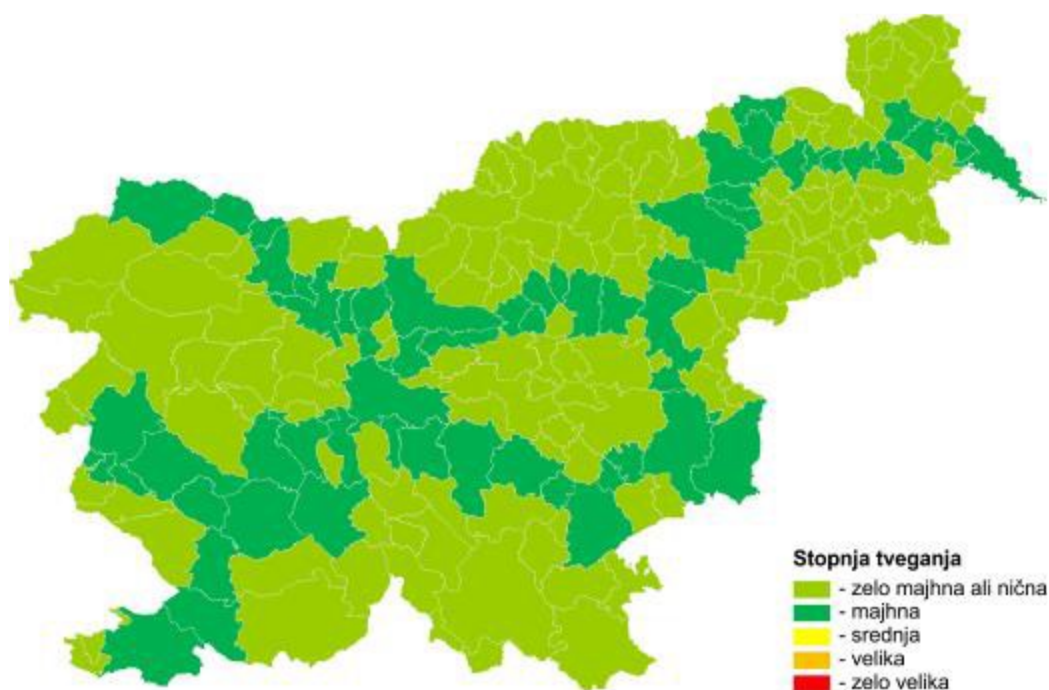
5.2 Geografska porazdelitev tveganja za nesrečo pri uporabi virov



5.3 Geografska porazdelitev tveganja za nenadzorovane vire sevanja



5.4 Geografska porazdelitev tveganja za prevoz radioaktivnih in jedrskih snovi



6. VERJETNE POSLEDICE NESREČE IN VERJETNOST NASTANKA VERIŽNE NESREČE

V primeru jedrske nesreče se sprostijo radioaktivne snovi (radioaktivni plini in radioaktivni delci) pretežno v ozračje in se razširijo 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, dolgoživi fisijski produkti). Transport in razširjanje sta odvisna od vremenski razmer. Radioaktivni delci se med transportom usedejo (suhi delci) ali pa izparijo s padavinami (mokri used) na površine pod njimi.

Radioaktivno sevanje prihaja do človeka po treh glavnih prenosnih poteh: preko inhalacije radioaktivnih zračnih delcev, preko zaužite vode in hrane ter preko neposrednega zunanjega obsevanja iz radioaktivnega oblaka ali iz kontaminiranih tal. Radioaktivne snovi lahko pridejo v telo tudi preko odprtih ran.

Ob jedrskih nesrečah v oddaljenih jedrskih objektih lahko ob neugodnih vremenskih razmerah pričakujemo kontaminacijo na vsem ozemlju Slovenije predvsem iz objektov, ki so znotraj 1000 km območja. Do izrazitejše kontaminacije lahko pride le v krajih, kjer bo v času prehoda radioaktivnega oblaka čez naše ozemlje deževalo.

7. VERJETNOST PONAVLJANJA NESREČE IN MOŽNOST PREDVIDEVANJA NESREČE

Za preprečevanje jedrskih nesreč in za zmanjšanje njihovih posledic so v elektrarnah vgrajeni naslednji sistemi in naprave:

- varovalni sistemi,
- tehnične varovalne naprave,
- zadrževalni sistemi in
- sistemi za napajanje v sili.

Skupna naloga vseh varnostnih sistemov je preprečevanje nekontroliranega uhajanja radioaktivnih snovi v okolico elektrarne.

Naloga varovalnih sistemov je ugotavljanje odstopanj od normalnih obratovalnih stanj elektrarne, alarmiranje operaterjev in proženje vseh ostalih varnostnih sistemov, če odstopanja od varnostnih parametrov elektrarne presežejo določene mejne vrednosti. Tehnične varnostne naprave skrbijo predvsem za hlajenje goriva v vseh izrednih stanjih elektrarne. Zadrževalni sistemi skrbijo za zadrževanje plinastih in tekočih radioaktivnih snovi in za preprečevanje njihovega nekontroliranega uhajanja v okolico. Delovanje zadrževalnih sistemov je pomembno tako v normalnih kot v izrednih stanjih jedrske elektrarne. V tem pogledu je najpomembnejše funkcionalno in strukturno stanje zadrževalnega hrama, tako, da je v vsakem primeru zagotovljena njegova projektno dopustna vrednost puščanja. Sistemi za napajanje v sili morajo zagotoviti razpoložljivost električne energije in hladne vode za vse varnostne sisteme v vseh stanjih elektrarne.

8. SKLEPNE UGOTOVITVE

Območje Obalne regije lahko prizadenejo jedrske ali radiološke nesreče:

- v 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 jedrskih elektrarnah v tujini, ki so znotraj 1000 km območja oddaljenosti od Slovenije.

Ob jedrski ali radiološki nesreči za Obalno regijo se načrtujejo ukrepi in naloge za zaščito, reševanje in pomoč za zagotavljanje osnovnih pogojev za življenje, ki so v pristojnosti regije ob jedrski nesreči v NEK ali v jedrskih elektrarnah v tujini, ki so znotraj 1000 km območja oddaljenosti od Slovenije.

Ob jedrski nesreči v NEK je potrebno izdelati Regijski Načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči za Obalno regijo v katerem bodo opredeljeni ukrepi in naloge zaščite, reševanja in pomoči za območje splošne pripravljenosti v katerem je ozemlje celotne Obalne regije. Ravno tako vse občine Obalne regije izdelajo Načrt zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči.

Za Obalno regijo bi bila najhujša nesreča prav NEK. Srednjeročno in dolgoročno bi prihajalo do obsevne obremenitve zaradi zauživanja onesnažene hrane in zunanjega sevanja iz onesnaženih tal.

Ob jedrski nesrečah v tujini, s čezmejnimi vplivi na ozemlje regije se z Regijskim načrtom zaščite in reševanja ob jedrski ali radiološki nesreči, načrtuje izvajanje ukrepov in nalog zaščite, reševanja in pomoči opredeljeni za območje splošne pripravljenosti ob nesreči v NEK.