

MOŽNI VIRI SEVANJA NA OBMOČJU SLOVENIJE

Potential Sources of Radiation in Slovenia

Egon Lukacs *, Leopold Vrankar **

UDK 614.87:621.039(497.4)

Povzetek

Republika Slovenija ima načrt zaščite in reševanja ob jedrski nesreči v jedrski elektrarni Krško in pripravlja revizijo sedanjega.

Območje možnih radioloških nesreč je ogromno: od velike nesreče v jedrskem reaktorju do razširitve majhnih količin radioaktivnih snovi.

Ukrepi na državni ravni so odvisni od vrste izrednih razmer, stopnje ogroženosti in velikosti ogroženega območja, tipa oz. količine radioaktivne snovi ter lokacije izrednih razmer.

Novi načrt Slovenije za zaščito in reševanje naj bi upošteval vse možnosti teh nezgod in za posamezne primere opredelil največjo vrednost radioaktivnih izpustov ter njihovega širjenja.

Abstract

The Republic of Slovenia has adopted a protection and rescue plan in the event of nuclear accidents in the Krško nuclear power plant and is now preparing a comprehensive review of this plan.

The range of potential radiological accidents is enormous - from large-scale disasters in the nuclear reactor to the emission of small quantities of radio-active substances.

Measures on a state level depend on the type of emergency, the degree of threat and the size of a potentially affected area, the type or quantity of radio-active substance and the location of the emergency event.

Slovenia's new protection and rescue plan will cover all potential accidents of this type and define the maximum potential emissions of radio-active substances and their spread in specific cases.

Uvod

Republika Slovenija ima načrt zaščite in reševanja ob jedrski nesreči v Nuklearni elektrarni Krško.

Namen njegove priprave je bil zagotoviti organizirano in učinkovito ukrepanje ob morebitni nesreči v jedrski elektrarni Krško (JEK), da se tako na primeren način zaščiti zdravje in varnost prebivalcev na prizadetem oz. ogroženem območju.

Slovenija pripravlja revizijo dosedanjega načrta. Vanj namerava vključiti tudi druge radiološke nevarnosti, ki se lahko pojavijo:

- v jedrskih objektih (jedrske elektrarne, jedrske toplarne, raziskovalni jedrski reaktorji, postroji za obogatitev urana, postroji za izdelavo gorivnih elementov, obrati za predelavo in odlaganje obsevanega jedrskega goriva ter objekti, namenjeni za uskladiščenje, predelavo in odlaganje radioaktivnih odpadkov)
- pri obratih, ki uporabljajo radioizotope (industrija, raziskovalni inštituti in bolnišnice)
- pri prevozu radioaktivnih in jedrskih snovi
- pri morebitnem padcu satelita na naše ozemlje oz. v bližini naših meja.
- Ukrepi na državni ravni so odvisni od vrste izrednega dogodka, stopnje ogroženosti, tipa oz. količine radioaktivnih snovi, lokacije izrednega dogodka, morebitne nevarnosti za prebivalstvo in velikosti ogroženega območja.

Najpogostejši vzroki za izredne dogodke so nesreče pri delu, človeški dejavnik, požari, potres, sabotaže in diverzije, strupeni plini in eksplozije, padec letala ipd.

Razvrstitev izrednih dogodkov

Vsak izredni dogodek ima posebne značilnosti. Jedrska elektrarna, pri kateri poznamo lokacijo, ima svoj načrt reševanja in zaščite, ki ga je treba pri spremljanju dogodka na državni ravni v celoti poznati in pri ukrepanju upoštevati.

Drugečen pristop se načrtuje pri prevozu jedrskih in radioaktivnih snovi. Prevaža se jih lahko na velikih razdaljah (med različnimi državami) in nesreča se lahko zgodi kjerkoli. Te nesreče so na srečo ob upoštevanju konvencij in domače zakonodaje redke ter predvidoma le malo vplivajo na okolje.

Objekti, delo z radioaktivnimi odpadki in njihov prevoz po državi

Skladišča izrabljenega jedrskega goriva

Bazen z izrabljenim jedrskim gorivom v JE Krško

Vse izrabljeno jedrsko gorivo je shranjeno v bazenu za izrabljeno gorivo JEK in ograjeno. Pri sedanji razporeditvi je v bazenu prostora za 828 izrabljenih gorivnih elementov (IGE).

Leta 2023, ko bo elektrarna predvidoma prenehala obratovati, bo okoli 1470 IGE.

Zaščito in reševanje določa načrt ukrepov ob izrednem dogodku, ki velja za elektrarno. Po preureditvi bazena bo predvidoma zagotovljeno skladiščenje vseh IGE do konca obratovanja JEK.

Pred začetkom razgradnje JEK bo treba IGE vzeti iz bazena in jih zložiti v posebne zabojnike. Ti morajo zadoščati zahtevam za prevoz in skladiščenje ali sprejem na končno odlagališče.

Izrabljeno jedrsko gorivo reaktorja TRIGA je shranjeno v bazenih (2) za izrabljeno jedrsko gorivo v Podgorici. V bazenih je 1000 mest za IGE. Trenutno je v njih 218 IGE, 53 IGE je v reaktorski sredici in 42 v skladišču svežih gorivnih elementov.

Od 218 IGE je 26 IGE iz visoko obogatene urana (70 %). 67 IGE iz nizko obogatene urana (20 %) ima aluminijasto srajčko, preostalih 125 IGE iz nizko obogatene urana (20 %) ima srajčko iz nerjavečega jekla.

* Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Vojkova 59, Ljubljana

** mag., Ministrstvo za okolje in prostor, Uprava Republike Slovenije za jedrsko varnost, Vojkova 59, Ljubljana

Skladišča radioaktivnih odpadkov (nizko in srednje radioaktivni odpadki - NSRAO)

Skladišče NSRAO v JEK

Zmogljivost sedanjega skladišča je približno 2230 m³. Konec leta 1996 so tri vrste sodov (210 l, 320 l, 864 l) s skupno aktivnostjo 67 086 GBq zasedale 88 % skladišča. Na leto nastane 170 m³ NSRAO. Pri tem je že upoštevano zmanjševanje prostornine zaradi kompaktiranja odpadkov v letih 1988, 1989 in 1995.

Po letu 1997, ko bodo v JEK spremenili obdelavo NSRAO, se bodo letne količine zmanjšale na okoli 105 m³.

Do leta 1023 bo treba na novo skladiščiti okoli 1800 m³ NSRAO; 260 m³ prostora je še v sedanjem skladišču. Za preostale sode in dva uparjalnika (tudi NSRAO) načrtuje JEK gradnjo dodatnega skladišča, če Hrvaška v bližnji prihodnosti še ne bo začasno uskladiščila polovice NSRAO.

ra, ali bo Hrvaška prevzela polovico NSRAO ali ne. Ob upoštevanju potencialne nevarnosti izrednega dogodka je treba upoštevati dve fazi: fazo polnjenja (predvidoma dve leti po dokončanju razgradnje JEK) in fazo po zaprtju odlagališča.

Raziskovalni jedrsko reaktorji

V Podgorici pri Ljubljani je raziskovalni reaktor Triga Mark II, tehnične moči 250 kW z možnostjo pulziranja.

Leta 1996 je ustvaril 400 MWh toplote. V reaktorju je bilo obsevanih 1394 vzorcev, pulzno je obratoval tri dni, izvedenih je bilo 16 pulzov.

Jedrski objekti v fazi razgradnje

Rudnik urana Žirovski vrh

Rudnik urana Žirovski vrh je v fazi razgradnje že od leta 1990. V tem primeru je potrebno ločiti tri faze: fazo dekontaminacije in razgradnjo, sanacijo ter fazo nadzora.

Preglednica. Viri sevanja, namenjeni za zdravljenje in kalibracijske izvore

Table. Sources of radiation intended for treatment and calibration sources

izotopi isotopes	razpolovna doba half-life	razpad disintegration	maks. aktivnost vira (Mbq) maximum source activity (Mbq)
Co-60	5,26 let	β	370
Cs-137	30,2 let	β	740
Ir-192	74 dni	β	11 GBq
H-3	12,33 let	β	370
C-14	5730 let	β	33
Po-208	2,89 let	α	74
Pb-210	22 let	β	74
Th-230	78 000 let	α	74

Republiško skladišče NSRAO v Podgorici

Skladišče je namenjeno malim uporabnikom; njegova zmogljivost je 800 m³. Konec leta 1996 je bilo zasedenih okoli 5 % skladišča. V njem so NSRAO v 200-litrskih sodih (približno 20 GBq), posebni odpadki (5400 GBq) in zaprti izvori (1000 GBq).

Odlagališča

Odlagališče izrabljenega jedrskega goriva in/ali visko radioaktivnih odpadkov (VRAO)

V JEK bo ostalo okoli 1470 IGE. Nekaj VRAO je pričakovati še iz drugih virov.

Možnosti končnega odlaganja (zakopavanje) je več:

- polovico IGE iz JEK bo prevzela Hrvaška
- vsi IGE bodo odloženi v Sloveniji
- vsi IGE bodo odloženi na Hrvaškem
- zgrajeno bo območno odlagališče za manjše države srednje in vzhodne Evrope.
- Odlagališče IGE in VRAO mora biti po sedanjih merilih zgrajeno v zato primernih geoloških plasteh, najmanj 800 m globoko. Z vidika izrednega dogodka je treba upoštevati dve fazi: fazo polnjenja odlagališča (večja nevarnost) in fazo po njegovem zaprtju.

Odlagališče NSRAO

Odlagališče bo v Sloveniji zgrajeno predvidoma med leti 2003 in 2007. Njegova zmogljivost bo odvisna od dogovo-

Po zaprtju rudnika bosta glede izrednega dogodka pomembna dva objekta:

- odlagališče hidrometalurške jalovine Boršt (odloženo 375 000 m³ jalovine, aktivnosti 5169 GBq, jalovina vsebuje 80 g U₃O₈/t ter 8,6 kBq Ra-226/kg)
- odlagališče jamsle jalovine Jazbec (odloženo 1,5 milijona ton jalovine, aktivnosti 15 200 GBq, vsebuje 70 g U₃O₈/t in rdeče blato s Th-239 aktivnosti 3100 GBq).

Oba objekta sta odlagališči NSRAO.

Jedrsko elektrarno Krško

Začetek razgradnje bo po letu 2023. Po preliminarnem načrtu dekomisije naj bi bila faza razgradnje končana v 10 do 15 letih. Naslednjih 80 let bo trajala faza hranjenja komponent zaradi razpada in končno odlaganje RAO.

Raziskovalni reaktor Triga

Začetek njegove razgradnje še ni določen.

Prevoz svežega jedrskega goriva

JEK uvozi enkrat na leto 24 do 40 kom GE (maks. obogatitev U-235 je 4,35 %). Do leta 1996 so gorivo prevažali po železnici, odtlej pa po cesti.

Prevoz izrabljenega goriva

JEK

Prevoz IGE iz JEK v novo skladišče in /ali na končno odlagališče je pričakovati po letu 2023. Če bo izbrana možnost novega začasnega skladišča, bo treba gorivo prevažati

dvakrat: enkrat iz sedanjega skladišča v novo začasno skladišče in šele pozneje na končno odlagališče.

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 se bo večji del izrabljenega goriva leta 1998 vrnil v ZDA.

Prevoz radionuklidov za potrebe bolnišnic, industrije in inštitutov

Pošiljke so ponavadi majhne aktivnosti (izjema so vir sevanja iz preglednice, ki so namenjeni za zdravljenje in kalibracijske izvore, zanje je značilno, da imajo daljšo razpolovno dobo). Radionuklidi so znani, prav tako uporabniki, prevozniki pa morajo imeti navodila, kako ukrepati v primeru nezgod, in posebno dovoljenje za uvoz in prevoz. Najpogosteje se uvažajo Xe-133, J-131, Tl-201, Ga-67, Tc99m generator, J-125, In-111, S-35, P-32, Cr-51.

Tranzit ter izgubljeni in/ali pretihotapljeni viri sevanja

Ukrepi na državnem nivoju so odvisni od tipa oz. količine radioaktivne snovi, lokacije izrednega dogodka, potencialne nevarnosti za javnost, velikosti ogroženega območja in stopnje ogroženosti.

Padec satelita

Sateliti se uporabljajo za komercialne in vojaške namene. Vir njihove energije so jedrski reaktorji, kjer poteka proces fizije. Pri tem se notranje energija jedrskega goriva spremeni v toplotno. Kinetična energija se v parni turbini pretvori v mehansko, ta pa v električnem generatorju v elektriko. Po preteku življenjske dobe zaradi okvare navigacijskih naprav oz. napak pri nadzoru utirjenja satelita na višje krožnice lahko satelit pade v nižje atmosferske plasti oz. na Zemljo. Posledica tega je kontaminacija območja. Ukrepi zaščite pred kontaminacijo so odvisni od tipa jedrskega goriva in značilnosti območja padca.

Zunaj države

Nevarnost posledic izrednega dogodka v jedrskih objektih zunaj Slovenije je odvisna predvsem od oddaljenosti objekta.

Prvi krog držav

V prvi krog spadajo:

- Italija (skladišče goriva, NSRAO v sklopu NE)
- Madžarska (JE Paks moči 4 x 400 MW in skladišča RAO)
- Avstrija (raziskovalni reaktorji, laboratoriji).

Za prvi krog držav bi bilo treba za potrebe strokovne skupine za analizo nezgode zbrati glavne tehnične značilnosti o posamezni jedrski elektrarni (vaja INEX-Fin-2, NE Loivisa).

Drugi krog

Vanj spadajo: Švica, Nemčija, Češka, Slovaška, Bolgarija, Ukrajina in Romunija.

V načrt bo treba vključiti seznam jedrskih objektov.

Tretji krog

Vse druge elektrarne zahodne Evrope, Rusije, Finske in baltskih držav.

Sklep

Območje možnih radioloških nesreč je ogromno, od velike nesreče v jedrskem reaktorju do raztrosa majhnih količin radioaktivnih snovi.

Novi načrt Slovenije za zaščito in reševanje naj bi zajel vse možnosti teh nezgod in za posamezne primere opredelil velikosti izpustov in njihovo širjenje.

Nova slovenska jedrska zakonodaja bo morala zagotoviti, da bodo uporabniki radioaktivnih in jedrskih snovi ter osebe v jedrskih objektih usposobljeni obvladati potencialne nevarnosti in odpraviti morebitne posledice na območjih svojih zadolžitev.

Tako bo državnim ustanovam, zadolženim za intervencije na širšem prizadetem območju, lažje obvladati in zmanjšati posledice nesreče.