**FUKUŠIMA - ODGOVORI NA VPRAŠANJA MEDIJEV**

**MAREC IN APRIL 2011**

**Kaj v praksi pomeni odločitev japonskih oblasti, da jedrski krizi v Fukušimi - Daiči dodelijo najvišjo, sedmo stopnjo na mednarodni lestvici jedrskih incidentov? Kako bo to vplivalo na nadaljnje ukrepe za zajezitev njenih posledic?**

Uvrstitev te nesreče v sedmo stopnjo na lestvici INES nima večjega vpliva na reševanje trenutnih težav na lokaciji elektrarne in okolici. Kajti zvišana ocena INES ne predstavlja povečane nevarnosti, temveč le novo oceno dogodka kot takega. Vsako tovrstno oceno se poda na podlagi znanih dejstev o dogodku, njen namen je pa predvsem primerjava s podobnimi nesrečami v preteklosti.

**Zakaj so se oblasti v Tokiu za to odločile šele zdaj, dober mesec po katastrofalnem potresu in cunamiju, ki je sprožil tamkajšnjo jedrsko krizo?**

V sedmo stopnjo lestvice se uvrstijo nesreče, pri katerih se v okolje sprostijo zelo velike količine radioaktivnih snovi. Pri nesreči v Fukušimi je bilo med razvojem dogodkov težko oceniti, koliko radioaktivnosti je dejansko ušlo. Očitno pa so oblasti sedaj, mesec dni po začetku dogajanj, ugotovile kako resne so bile poškodbe in ocenile, da se je sprostilo toliko radioaktivnosti, da so jo uvrstili v sedmo stopnjo po INES.

**S tem se je kriza v Fukušimi edina doslej, vsaj po ocenjeni stopnji grožnje, izenačila s katastrofo v Černobilu. Toda kljub temu se zdi, da nesreči nista ravno povsem primerljivi, da so bile posledice černobilske mnogo hujše?**

Z vašo oceno se strinjamo. Po najnovejših podatkih, ki jih dobivamo iz Japonske, naj bi se v Fukušimi sprostilo vsaj desetkrat manj radioaktivnih snovi kot v Černobilu. Poleg tega je bilo v Černobilu sproščanje bistveno hitrejše, skorajda hipno, v Fukušimi pa se je postopoma razvijalo in trajalo več dni. V Černobilu so radioaktivne snovi zelo kontaminirale

nekaj deset kilometrov široko okolico elektrarne, v Fukušimi pa je, kot kaže, večino radioaktivnih snovi zahodni veter odnesel nad ocean, kar nekaj pa se jih je tudi izlilo v morje, kjer so se razredčile do koncentracij, ki niso škodljive.

**Bi lahko zaradi dogodkov v nuklearki Fukušima - Daiči govorili o kakšnih dodatnih varnostnih tveganjih za zdravje prebivalstva in okolje v Sloveniji? Bo včerajšnja odločitev japonskih jedrskih oblasti kakor koli vplivala na ocenjeno stopnjo ogroženosti pri nas?**

Ne, nikakor. Razvrstitev nesreče v sedmo kategorijo ne predstavlja nikakršne spremembe našega razumevanja fizikalnih dogajanj glede širjenja radioaktivnosti. Večjih izpustov iz elektrarne ni več, največ jih je bilo drugi teden. Radioaktivne snovi, ki jih je ozračje prineslo do Evrope, so tako razredčene, da so komajda merljive in predstavljajo zgolj nekaj sto tisočink radioaktivnosti naravnega okolja, kakršna je vedno prisotna.

V Sloveniji niso potrebni nikakršni zaščitni ukrepi.

**So v poškodovani japonski jedrski elektrarni možni dodatni zapleti? Kateri in v kakšnem primeru bi se lahko uresničili?**

Seveda se vedno lahko kaj zgodi, toda po informacijah, ki jih dobivamo zadnje dni, so operaterji uspeli vzpostaviti več ali manj stabilno hlajenje goriva, kar je ključni pogoj za odpravo nevarnosti. Zato ne pričakujemo več večjih izpustov v okolje in s tem ponovnega povečanja nevarnosti v okolici.

**Koliko časa bo potrebno za sanacijo posledic tamkajšnje jedrske krize?**

Zelo veliko! Pred Japonci so zelo veliki problemi, ko bodo morali najprej točno ugotoviti v kakšnem stanju so reaktorji in vsa oprema, dobro premisliti in sprojektirati kako bodo to dolgoročno sanirali, potem pa postopoma izpeljati te sanacijske projekte. Vse to bo trajalo še leta!

**Protipotresna varnost NEK?**

NEK je projektirana v skladu z vsemi zahtevami predpisanih standardov, tako domačih kot mednarodnih, tudi s področja protipotresne gradnje. Pri projektiranju so upoštevane potresne razmere v krški kotlini, kjer lahko pride tudi do močnejših potresov.

V letih po začetku obratovanja je več neodvisnih skupin strokovnjakov še podrobneje preučilo potresno varnost in so na podlagi njihovih zaključkov še dodatno izboljšani določeni sistemi v elektrarni. Kot eden večjih ukrepov za zmanjšanje potresnega tveganja bo čez dobro leto v NE Krško vgrajen še tretji dizel generator, ki bo še povečal zmožnost napajanja z energijo v primeru izpada električnega omrežja.

NE Krško ima za zagotavljanje odvajanja toplote iz reaktorja v primeru razpada električnega omrežja (kar se je zgodilo na Japonskem) na lokaciji dva dizel generatorja. Vsak od njiju je zmožen proizvajati dovolj energije za delovanje potrebnih črpalk za hlajenje reaktorja. Poleg dizel generatorjev je od termoelektrarne Brestanica do NE Krško speljan poseben daljnovod, po katerem lahko plinska termoelektrarna neposredno, ne glede na nedelujoče elektroenergetsko omrežje, dolgoročno dobavlja električno energijo nuklearki.

NEK je projektirana in zgrajena za dve vrsti potresnih pospeškov. Če pride do tresenja tal s pospeškom manj kot 0,15 g (to je 15 % zemeljskega pospeška), NEK lahko še naprej varno obratuje. Če pa je tresenje tal s pospeškom do 0,3 g, se NEK lahko varno ustavi. Pomembno je tudi, na kakšen način pride do tresenja tal, tj. kakšen je tako imenovani spekter potresa (hitrost tresenja in intenziteta sunkov). Zato ni možno enolično trditi, da NE Krško prenese določeno stopnjo potresa po Richterjevi ali kateri drugi lestvici. Po vsakem potresu posebni instrumenti na elektrarni analizirajo vse parametre potresa in se potem na podlagi take analize odloči o nadaljnjih korakih.

Obratovalne izkušnje, tudi v primeru potresov, aktivno spremlja tudi NEK s sodelovanjem v mednarodnih organizacijah kot so WANO (upravljavci jedrskih elektrarn) in WOG (uporabniki elektrarn tipa Westinghouse).

Pri gradnji je potrebno dosledno upoštevati vse predpise in zahteve s področja potresne varnosti. Za področje jedrskih objektov obstajajo posebni tuji standardi, ki še natančneje določajo te zahteve. Tako so se pri gradnji NEK upoštevali ameriški predpisi (US Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.60). Seveda pa upoštevanje takšnih zahtev in izkušenj za določeno območje lahko močno podraži gradnjo objekta. Investitor mora presoditi, ali je zanj takšna investicija smiselna. Izkušnje po svetu, tudi ob potresih, kažejo, da je za večino jedrskih elektrarn to smiselno.

**Lahko na kratko opišete, kaj se dogaja v jedrski elektrarni Fukušima, kakšni so ukrepi, kakšne bodo posledice? Če imate podrobnejše podatke o dogodkih na Japonskem, kaj se je dogajalo, kaj so pokazale analize?**

Informacije o tehničnih podrobnostih dogajanj so še dokaj nepopolne, zato še ni možno podati podrobne strokovne analize o dogodkih v Japonskih elektrarnah. V jedrski elektrarni Fukušima - Daiči so vsi trije reaktorji ostali brez sistemov za hlajenje reaktorja. Cunami je s tem, ko je poškodoval zunanje električno napajanje in prav tako zasilne dizel generatorje, onemogočil hladilne sisteme reaktorjev. Brez sprotnega ohlajanja reaktorjev se zaradi zaostale toplote v jedrskem gorivu segreva reaktorsko hladilo (voda), ta se nato upari, pri čemer narašča tlak. Ko se nivo hladilne vode v reaktorju zniža in pade pod višino vrha sredice, pride do poškodbe sredice, najprej srajčk goriva, nato pa tudi do taljenja tabletk goriva. Ob gorenju srajčk goriva in strukturnih kovinskih materialov v reaktorski posodi nastaja vodik. Za ohranitev celovitosti primarnega sistema in zadrževalnega hrama, so operaterji pričeli z zniževanjem tlaka, tako da so nadzorovano večkrat izpustili radioaktivno paro in vodik v reaktorsko zgradbo. V reaktorski zgradbi se je izpuščeni vodik pomešal s kisikom, kar ob pravem razmerju privede do eksplozije. Tako se je eksplozija pripetila zunaj primarnega sistema in primarnega zadrževalnega hrama, poškodovala pa je reaktorsko zgradbo. V elektrarno so kasneje namestili prenosne dizel generatorje za pogan črpalk, s katerimi sedaj vbrizgavajo morsko vodo v sredico reaktorjev. Če bo ta postopek uspešen, lahko reaktorje dolgoročno ohlajajo in obvladajo jedrsko nesrečo. Dogodki so na strokovno ustrezen in poljuden način opisani tudi na spletni strani www.djs.si.

**Radioaktivno sevanje tako znotraj kot v okolici Fukušime 1 je preseglo predpisano raven. Kakšne bodo posledice, če se stanje umiri in kaj se lahko zgodi v primeru, da pride do povečanja sevanja?**

Da se stanje umiri, je treba vzpostaviti dolgoročno hlajenje sredice reaktorjev. Ohlajanje jedrskega goriva bo potekalo dlje časa. Zgradbe oz. lokacije elektrarn so očitno kontaminirane z izpuščenimi radioaktivnimi snovmi, kar bo potrebno očistiti oz. dekontaminirati. Poškodovano hladilo se bo po daljšem času lahko varno pospravilo kot visoko radioaktivni odpadek.

Ustrezni ukrepi za primer povečanega sevanja so že izvedeni, saj je bilo evakuirano osebje iz elektrarne (razen tistih, ki ukrepajo ob nesreči), ter prebivalstvo v širokem pasu okoli lokacije elektrarne. Do povečanja izpustov v okolje bi prišlo lahko v primeru stalitve reaktorske posode oz. ob zlomu zadrževalnega hrama. Po informacijah z Japonske je celovitost reaktorske posode in zadrževalnega hrama v ogroženih elektrarnah še vedno zagotovljena.

**Kakšen je vaš komentar na trenutno dogajanje?**

Informacije o tehničnih podrobnostih dogajanj so še dokaj nepopolne, zato še ni možno podati podrobne strokovne analize o dogodkih v Japonskih elektrarnah. V jedrski elektrarni Fukušima-Daiči so vsi trije reaktorji ostali brez sistemov za hlajenje reaktorja. Cunami je s tem, ko je poškodoval zunanje električno napajanje in prav tako zasilne dizel generatorje, onemogočil hladilne sisteme reaktorjev. Brez sprotnega ohlajanja reaktorjev se zaradi zaostale toplote v jedrskem gorivu segreva reaktorsko hladilo (voda), ta se nato upari, pri čemer narašča tlak. Ko se nivo hladilne vode v reaktorju zniža in pade pod višino vrha sredice, pride do poškodbe sredice, najprej srajčk goriva, nato pa tudi do taljenja tabletk goriva. Ob gorenju srajčk goriva in strukturnih kovinskih materialov v reaktorski posodi nastaja vodik. Za ohranitev celovitosti primarnega sistema in zadrževalnega hrama, so operaterji pričeli z zniževanjem tlaka, tako da so nadzorovano večkrat izpustili radioaktivno paro in vodik v reaktorsko zgradbo. V reaktorski zgradbi se je izpuščeni vodik pomešal s kisikom, kar ob pravem razmerju privede do eksplozije. Tako se je eksplozija pripetila zunaj primarnega sistema in primarnega zadrževalnega hrama, poškodovala pa je reaktorsko zgradbo. V elektrarno so kasneje namestili prenosne dizel generatorje za pogan črpalk, s katerimi sedaj vbrizgavajo morsko vodo v sredico reaktorjev. Če bo ta postopek uspešen, lahko reaktorje dolgoročno ohlajajo in obvladajo jedrsko nesrečo. Dogodki so na strokovno ustrezen in poljuden način opisani tudi na spletni strani www.djs.si.

**Ocenjujete, da operaterji obvladujejo položaj v elektrarni? So se ob dogodkih odzvali pravilno?**

Operaterji delajo po svojih najboljših močeh. Tak razvoj dogodkov presega predpostavljene projektne osnove, za katere so ti reaktorji grajeni. Uničujoča je bila predvsem kombinacija ogromnega cunamija, ki je sledila močnemu potresu.

**Kaj povzroča eksplozije?**

Eksplozije je najverjetneje povzročil plin vodik, ki se je nabral v reaktorski zgradbi. Vodik se je sprostil ob gorenju srajčk pregretega jedrskega goriva in drugih kovinskih strukturnih delov v reaktorski posodi elektrarne.

**Kakšen vpliv ima tako sevanje na ljudi? Živali, rastline?**

URSJV trenutno ne razpolaga z dovolj natančnimi aktualnimi podatki glede stopnje sevanja v okolici elektrarne. Po razpoložljivih podatkih pridobljenih pri Agenciji za atomsko energijo naj bi bilo sevanje sorazmerno nizko, saj so bili izpusti posledica kontroliranih izpustov. URSJV ocenjuje, da v kolikor ne bo prišlo do večjih nenadzorovanih izpustov in bodo ostali nivoji sevanja na sedanjih vrednosti, naj v okolju ne bi prišlo do znatnejših posledic.

**Morda še na elektronske naprave, tudi v povezavi z letalskim prometom, telefonijo, lahko pride do kakšnih motenj?**

Sevanje škodljivo učinkuje tudi na materiale, vendar hitrost doze sevanja hitro pada z oddaljenostjo od vira sevanja. Po zaustavitvi verižne reakcije sedaj ni več obsevanja z nevtroni, sproščeni radioaktivni izotopi pa so nevarni zaradi kontaminacije okolja in le malo zaradi direktnega obsevanja. Sevanje ne bo povzročilo odpovedi tehnične opreme, motenj v letalskem prometu, telefoniji itd.

**Kako kritične so razmere na Japonskem?**

Razmere na Japonskem so kritične v elektrarnah Fukušima-Daiči zaradi tega, ker je odpovedalo delovanje varnostnih sistemov ob izgubi električnega napajanja, po tem pa je prišlo do taljenja jedrskega goriva. Poročila z Japonske zagotavljajo, da je celovitost primarnega zadrževalnega še ohranjena. Za obvladovanje kritičnih razmer je treba zagotoviti električno napajanje in vbrizgavanje hladila v sredico reaktorja.

**Oblasti res prikrivajo resnične podatke?**

Točnega odgovora na vprašanje, ali Japonske oblasti prikrivajo resnične podatke, ne moremo podati, po sedaj zbranih podatkih tako od njih kot od drugih virov pa ocenjujemo, da temu ni tako in da resničnih podatkov ne prikrivajo. Podatki prihajajo v javnost in do URSJV po več poteh, Japonska pa redno in korektno obvešča o stanju v elektrarnah in izpustih. Verjetno pa niso dostopni vsi relevantni podatki oz. razpoložljivi podatki ne morejo popisati vseh dogajanj v reaktorju v tem stanju težke nesreče. Zato verjetno tudi ni bilo mogoče vnaprej napovedati eksplozije vodika v zgradbah elektrarne.

**Reaktor zdaj hladijo z morsko vodo - ima slana voda lahko kakšne negativne posledice na delovanje?**

Reaktor tipa BWR (vrelni reaktor) obratuje s čistim hladilom (vodo). Morska voda bo zato onesnažila sisteme elektrarne, vendar pri tem reševanju elektrarne to ni pomembno. Slana voda bi preprečila delovanje elektrarne, ki pa po stalitvi sredice reaktorja verjetno ne bo več obratovala. Pomembno je dovesti čim večjo količino hladila v sredico reaktorja, za preprečitev gorenja goriva in za njegovo ohladitev (odvajanje zaostale toplote). Običajno ima elektrarna zaloge čiste vode za ohlajanje v primeru nesreče, vendar je možno, da je prišlo do poškodb komponent teh elektrarn ob potresu in cunamiju, ter ti viri niso več razpoložljivi.

**Kakšne so vaše napovedi, kaj se bo v prihodnje dogajalo? Pričakujete, da se bodo stvari umirile, ali najhujšega še ni konec?**

Napovedi za prihodnost so odvisne od uspešnosti ukrepanja japonskega osebja elektrarne, da ponovno vzpostavijo električno napajanje za ogrožene reaktorje, ter od zmožnosti za vbrizgavanje hladila v reaktorsko posodo. Očitno je prišlo ob potresu in cunamiju do poškodb ali odpovedi opreme elektrarn in da se osebje trudi z reševanjem elektrarn z vso preostalo delujočo opremo.

**Je zaradi eksplozij na Japonskem možno širjenje in kontaminacija izven japonskega ozemlja? Če da, kolikšen obseg držav bi lahko doseglo? Je nevarnost tudi za Slovenijo?**

Do večjega izpusta radioaktivnega oblaka do sedaj ni prišlo, saj so v elektrarnah izvajali zgolj kontrolirane izpuste v okolje skozi filtre.

Če bi prišlo do večjega izpusta, bi oblak potoval skladno z vremenskimi razmerami, ki so na višinah. Radioaktivni oblak bi vplival predvsem na Japonsko, v omejenem območju okoli poškodovanih elektrarn. Glede na vremenske razmere lahko radioaktivni oblak potuje proti zahodu (tihi ocean), kjer bi se koncentracija radioaktivnih snovi s potovanjem razredčila in bi se izotopi usedali na gladino oceana. Po oceni naših meteoroloških služb bi oblak dosegel zahodno obalo Amerike v treh do petih dneh, vendar bi se na svoji poti premešal ter razredčil, tako da večjih radioloških vplivov ne bi bilo. Do Evrope glede na trenutne razmere oblak ne bi prišel.

**Je tak dogodek možen tudi pri nas? In če, kakšnih razsežnosti?**

S stališča seizmične aktivnosti je Japonska na veliko bolj seizmično ogroženem področju kot Slovenija, tako da je že potres takšne stopnje pri nas veliko manj verjeten. Poleg tega na lokaciji NEK ni možnosti pojava cunamijev. NEK je ogrožena od zunanjih poplav le v primeru velikih pretokov reke Save, ki pa ne bi bili posledica potresa, temveč večdnevnega deževja na celotnem območju porečja Save. To bi bila verjetna maksimalna poplava, pred katero je NEK zavarovana s protipoplavnimi nasipi ob Savi.

**Kako varni so (s stališča potresne varnosti) infrastrukturni objekti v Sloveniji – predvsem energetski (denimo nuklearka, hidroelektrarne na Soči, TEŠ)?**

NEK je projektirana v skladu z vsemi zahtevami predpisanih standardov, tako domačih kot mednarodnih, tudi s področja seizmologija. Te zahteve NEK zadovoljuje, kar po pokazale tudi nedavne študije in analize v okviru občasnega varnostnega pregleda NEK.

Za HE na Soči in TEŠ URSJV ne more podati odgovorov.

**Potres kakšne moči lahko preneseta denimo nuklearka in TEŠ?**

NEK je projektirana/grajena za dve vrsti potresnih pospeškov:

vrednosti 0,15 g (obratovalni projektni pospešek), kar pomeni, da NEK lahko pri potresu s takšnim pospeškom še naprej varno obratuje in

vrednosti 0,3 g (varna ustavitev elektrarne), kar pomeni, da se lahko pri potresu s takšnim pospeškom NEK varno ustavi.

Takšne zahteve URSJV uveljavlja tudi npr. za projekt izgradnje HE Krško, ki je hidroelektrarna v gradnji v bližini NEK, glede možnosti njene porušitve ob projektnem potresu NEK.

URSJV nima komentarja glede TEŠ.

**Ali je NEK protipotresno zgrajena? Če da, kolikšen potres bi "zdržala"?**

Da, NEK je projektirana in protipotresno zgrajena v skladu z vsemi zahtevami predpisanih standardov, tako domačih kot mednarodnih. Te zahteve NEK zadovoljuje, kar po pokazale nedavne študije in analize v okviru varnostnih pregledov NEK.

NEK je projektirana/grajena za dve vrsti potresnih pospeškov:

vrednosti 0,15 g (obratovalni projektni pospešek), kar pomeni, da NEK lahko pri potresu s takšnim pospeškom še naprej varno obratuje in

vrednosti 0,3 g (varna ustavitev elektrarne), kar pomeni, da se lahko pri potresu s takšnim pospeškom NEK varno ustavi.

**Kaj bi se po vaših predvidevanjih zgodilo, če bi bil potres tako močan (9. stopnje) v NEK? Kakšna je varnost v NEK? Če bi bil tak potres na območju Krškega, kaj bi se zgodilo, kakšen je varnostni načrt?**

Glede na vse opravljene študije URSJV ocenjuje, da na območju NEK ne more priti do potresa 9. stopnje. NEK bi varno prestala potrese nižje stopnje, ki so pričakovani na tem območju.

**Kakšni so sistemi varovanja ob močnem potresu? Kakšen je načrt ob potresu, kako bi potekale stvari? Ali bi kaj izključili, kako je z obveščanjem, po medijih, sirene?**

Izdelan je državni načrt ob izrednem dogodku, ki natančno določa ravnanje in ukrepanje vseh vpletenih, med njimi je tudi NEK. NEK pa ima izdelan lasten podrobnejši načrt zaščite in reševanja ob izrednem dogodku, tudi v primeru močnega potresa. Ta načrt vključuje detekcijo potresov in aktivacijo sistemov, ki zagotavljajo varovanje elektrarne oziroma blažitev posledic dogodka. Za primer potresa je NEK varovana predvsem s pasivno zaščito, z ustrezno robustnim projektom varnostnih sistemov za obvladovanje elektrarne v primeru nesreče, z nameščenimi blažilniki sunkov, ter tudi s potresnim projektom varnostno pomembnih zgradb, ter jezu NEK na Savi, ki zagotavlja rezervo hladila oz. dolgoročni vir hlajenja NEK v primeru nesreče. V okviru načrta, tako državnega kot v NEK, je predvideno obveščanje prebivalstva in medijev. Sirene pa so le eden izmed načina obveščanja prebivalstva.

**Kdaj bi se odločili za morebitno evakuacijo? Kakšno območje bi evakuirali?**

Razglasitev evakuacije prebivalstva je odvisna od stopnje izrednega dogodka in jo odredi štab civilne zaščite. Določitev stopnje izrednega dogodka pa je določena v okviru načrta ukrepov, ki jih izvaja NEK, potrebne zaščitne ukrepe pa na predlog URSJV izvaja štab civilne zaščite. Območja evakuacije so določena v načrtu ukrepov ob jedrski in radiološki nesreči. V primeru splošne nevarnosti NEK, ki se razglasi, ko grozi oziroma je prišlo do poškodbe ali taljenja sredice z možnostjo poškodovanja zadrževalnega hrama in obstaja možnost ali je prišlo do izpusta radioaktivnih snovi v okolje v tolikšnem obsegu, ki zahteva zaščitne ukrepe na območju izven jedrske elektrarne, se preventivno evakuira 3-kilometrski pas. Širša evakuacija pa se odredi glede na izmerjene vrednosti radioaktivne kontaminacije.

**V kakšnem primeru bi lahko tudi v Sloveniji prišlo do redukcije elektrike, če sploh ali bi v tem primeru elektriko uvažali?**

URSJV ne more odgovoriti na to vprašanje, saj je organ, pristojen za jedrsko varnost v državi.

**Je trenutno v NEK dovolj snovi za hlajenje reaktorjev tudi za primer potresa?**

Da. Hlajenje reaktorja v primeru nesreče se v NEK se izvaja z borirano vodo (voda z borovo kislino). Velika količina takšnega hladila je pripravljena v posebnem rezervoarju, po potrebi pa se lahko proizvaja še dodatna količina takšnega hladila. Prenos zaostale toplote do končnega ponora toplote, ki je reka Sava, se izvaja z izoliranim sistemom za hlajenje komponent. Za jezom na reki Savi (seizmično projektiranim) je vzpostavljen bazen, v katerem za NEK na voljo dovolj velika količina hladila, da omogoča ohlajanje v primeru nesreče za vsaj 30 dni (tudi, če bi bil tok Save prekinjen).

**Zakaj ob potresu pride do pregrevanja reaktorjev?**

Ni pravilo, da pride ob potresu do pregrevanja reaktorja. Do pregrevanja reaktorske sredice pride v primeru, ko odpovedo sistemi za odvajanje toplote iz reaktorja in nezmožnosti hlajenja reaktorske sredice, kot npr. v primeru japonske nesreče.

**Koliko je bil najmočnejši izmerjen potres v zgodovini NEK in kaj se je takrat dogajalo? Če je bila evakuacija, koliko ljudi ste evakuirali in koliko časa je trajala?**

Najmočnejši potres na lokaciji NEK je bil leta 1989, ki pa je bil manjši od projektnega pospeška 0,15 g. Ker ni prišlo do večje stopnje nevarnosti, evakuacija osebja elektrarne ali prebivalstva ni bila potrebna. Evakuacija osebja NEK bi se izvedla v primeru razglasitve objektne nevarnosti (razglasi se pri nastanku ali razvoju dogodkov, ki imajo ali bi lahko imeli za posledico večjo odpoved varnostnih funkcij elektrarne), evakuacija prebivalstva pa praviloma šele v primeru razglasitve splošne nevarnosti.

**Ali bo glede na povečano število potresov v zadnjih letih izkušnje iz tujine (Japonske) potrebno upoštevati tudi pri nas?**

Tovrstne izkušnje so se in se bodo upoštevale, saj na URSJV obstaja sistem spremljanja tujih obratovalnih izkušenj, ki vključuje spremljanje vseh relevantnih izkušenj, informacij na področju obratovanja jedrskih objektov, za potrebe izboljšav in nadzora jedrskih objektov v Sloveniji.

Obratovalne izkušnje, tudi v primeru potresov, aktivno spremlja tudi NEK, s sodelovanjem v mednarodnih organizacijah kot so WANO (upravljavci jedrskih elektrarn) in WOG (uporabniki elektrarn tipa Westinghouse).

**Pred nami sta dve veliki investiciji v energetiki – NEK2 in TEŠ6. Ali je območje kjer naj bi objekta stala potresno varno?**

V skladu z veljavno zakonodajo je potrebno območje gradnje tako velikih objektov kot je NEK2 najprej natančno ovrednotiti in preučiti v skladu z veljavnimi standardi, tudi s področja seizmične varnosti (npr. izvesti analizo potresne nevarnosti v kateri se ovrednotijo seizmološki, geološki, geofizikalni podatki tega območja). V skladu z rezultati takšnega vrednotenja pa se nato opredeli ali je to območje seizmično varno ali ne in na podlagi odločitve se nato pristopi k postopku umeščanja tega objekta v prostor.

**Kakšno stopnjo potresa lahko preživijo NEK, bloki TEŠ in hidroelektrarne?**

Seizmična varnost NEK ni izražena s stopnjo potresa, temveč s potresnim pospeškom na lokaciji.

NEK je projektirana/grajena za dve vrsti potresnih pospeškov:

vrednosti 0,15 g (obratovalni projektni pospešek), kar pomeni, da NEK lahko pri potresu s takšnim pospeškom še naprej varno obratuje in

vrednosti 0,3 g (varna ustavitev elektrarne), kar pomeni, da se lahko pri potresu s takšnim pospeškom NEK varno ustavi.

**Na kaj je treba paziti pri gradnji in ali je sploh smiselno vlagati milijarde v objekte, ki stojijo na potresno ogroženem območju, kar pomeni, da se lahko zrušijo?**

Pri gradnji je potrebno dosledno upoštevati vse predpise in zahteve s področja potresne varnosti. Za področje jedrskih objektov obstajajo določene specifike, ki še natančneje določajo te zahteve, kot primer, pri gradnji NEK so se upoštevali ameriški predpisi (US Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Guide 1.60). Seveda pa upoštevanje takšnih zahtev in izkušenj za določeno področje lahko močno podraži gradnjo objekta. Investitor mora presoditi, ali je zanj takšna investicija smiselna. Izkušnje po svetu, tudi ob potresih, kažejo, da je za večino jedrskih elektrarn to smiselno.

**Kako na splošno ocenjujete potresno varnost stavb v Sloveniji – za Ljubljano so ocene, da bi jo porušil že precej šibak potres. Kakšno stopnjo potresa lahko vzdržijo objekti v Ljubljani?**

URSJV ne more odgovoriti na to vprašanje, saj je organ, pristojen za jedrsko varnost v državi.

**Ob japonski jedrski katastrofi preverjamo posledice černobilske v 80-tih. Kakšno je bilo takrat sevanje pri nas?**

Slovenija je v tistem času sprejela vrsto preventivnih ukrepov in priporočil prebivalstvu. Namen zaščitnih ukrepov ob radioaktivnem onesnaženju okolja je preprečiti vse takojšnje učinke ionizirajočega sevanja ter zmanjšati kasnejše posledice na sprejemljivo raven.

V okviru programa meritev so izmerili vsebnost radioaktivnih izotopov v raznih vrstah hrane, v pitni vodi, mleku, deževnici in v zraku.

V začetni kontaminaciji okolja so lahko zaznali okrog 30 radioaktivnih izotopov. Od kratkoživih je bil radiološko najpomembnejši I-131 (razpolovna doba 8 dni), od dolgoživih pa je bil v okolju prisoten Cs-137 (razpolovna doba 30 let).

Povprečen prebivalec Slovenije je zaradi Černobilskega sevanja prejel dozo kakršno prejme iz naravnih virov v nekaj mesecih (povprečna letna naravna doza radioaktivnega sevanja je v Sloveniji 2,4 mSv).

**Je bilo že škodljivo za zdravje (Slovencev/Jugoslovanov)? - so takrat tudi delili npr. jodove tablete ali izvajali kakšno drugačno preventivo?**

Večinoma je bila javnost dovolj dobro seznanjena s številnimi podatki meritev raznih radioloških parametrov, kot so hitrost doze, vsebnost radioaktivnih izotopov v zraku, vodi, prehrambnih izdelkih. Izmerjene koncentracija joda v zraku so bile tako nizke, da razdeljevanje jodovih tablet ni bilo potrebno.

Pri nas je bilo od preventivnih ukrepov prepovedno uporabljati svežo deževnico za prehrano in napajanje živine, pašo krav mlekaric, prepovedana je bila uporaba sveže zelenjave in lovljenje parkljastih divjadi. Predpisana je bila obvezna predelava oporečnega mleka v mlečne izdelke, uveden je bil pregled potnikov in prtljage iz Sovjetske zveze, sprejete so bile meje in pogoji uporabnosti kontaminirane hrane, prebivalstvo pa je prejelo praktična priporočila za zmanjšanje izpostavljenosti sevanju. Večina ukrepov in priporočil je bila podprta z meritvami.

**Kaj konkretno povzroča radioaktivno sevanje in v kolikšnem času nastanejo z boleznijo povezane težave?**

Sevanje povzroča deterministične in stohastične učinke, ki so odvisni od prejete doze. Deterministični učinki se pojavijo nekaj ur do nekaj dni po obsevanosti, stohastični pa se pojavljajo praviloma v daljšem časovnem obdobju.

**Smo imeli zaznan porast bolezni, ki jih povzroča radioaktivno sevanje?**

V Sloveniji ni bilo zaznanega porasta bolezni zaradi Černobilske nesreče.

Pri nas po letih Černobilske nesreče ne moremo opaziti zdravstvenih posledic te izpostavitve, saj so statistično neugotovljive.

**Kako je pravzaprav zgrajena jedrska elektrarna? Kaj predstavlja njeno zaščito? Kupola? Zidovi? Je to** **hermetično zaprta betonska trdnjava? Kateri del je popustil v Fukušimi in kaj se v tej elektrarni dogaja po zadnjih uradnih poročilih?**

V NEK je t.i. tlačnovodni tip reaktorja (PWR). Jedrsko gorivo je v reaktorski tlačni posodi, toplota se prenaša na sekundarni (neradioaktivni) hladilni sistem preko uparjalnikov, ki so izmenjevalniki toplote in uparjajo sekundarno hladilo (vodo). Ohlajeno paro, ki izhaja iz turbin, se utekočini s terciarnim hladilnim krogom, skozi katerega teče kot hladilo savska voda. Visok primarni tlak se vzdržuje s tlačnikom. Za primer puščanja primarnega hladila, ki bi pripeljalo do odkritja jedrskega goriva, je na voljo več neodvisnih sistemov za vbrizgavanja hladila v sredico reaktorja, z električnim pogonom (zunanje napajanje ali dizel generatorji).Celoten primarni hladilni krog je znotraj zadrževalnega hrama, ki je jekleni plašč, ki zdrži tudi povišan tlak v primeru puščanja pare iz primarnega kroga. Da zadrževalni hram vzdrži porast tlaka zaradi pare, ki bi puščala vanj, so na voljo še posebni varnostni sistemi za zniževanje tlaka. Zadrževalni hram je nameščen v betonski reaktorski zgradbi. Obe pregradi, jeklen zadrževalni hram in betonske stene v primeru nezgode učinkovito preprečijo izpust radioaktivne snovi v okolje.

Pri elektrarni Fukušima-Daiči gre za t.i. vrelni reaktor (BWR). V tem primeru se toplota iz jedrskega goriva odvaja z uparjanjem hladila (vode) kar v reaktorski posodi, nastala para pa nato poganja turbino. Utekočinjanje pare poteka v sekundarnem hladilnem krogu z morsko vodo. Okoli reaktorske posode je še ena pregrada, zadrževalni hram, ki zadrži izpuste iz primarnega sistema. Zaradi majhne prostornine zadrževalnega hrama v njem tlak lahko preseže projektno vrednost, zato je treba v takem primeru izpuščati paro tudi izven zadrževalnega hrama, kar se izvaja nadzorovano, skozi filtre, ki znatno zmanjšajo radioaktivnost izpusta. Izpust v elektrarni Fukušima-Daiči je potekal tudi v reaktorsko zgradbo, ki je veliko večja od zadrževalnega hrama, ni pa predvidena kot pregrada, ki bi zadrževala radioaktivni izpust na poti v okolje. V reaktorski zgradbi se je z izpuščeno paro iz zadrževalnega hrama izpuščal tudi vodik, ki je lažji od zraka in se nabira na vrhu prostorov. Ko se je tam pomešal s kisikom v pravem razmerju, je to povzročilo eksplozije, ki so porušile strehe reaktorskih zgradb v več enotah elektrarne.

Po poročilih, ki jih prejemamo, lahko sklepamo, da gre za puščanje primarnih sistemov v reaktorjih 1, 2 in 3 (zaradi zloma primarnih sistemov ali namernih izpustov, za znižanje tlaka primarnega hladila), ter da je možna poškodba zadrževalnega hrama v enoti 2, medtem ko za sedaj zadrževalna hrama v enotah 1 in 3 še vedno zadržujeta radioaktivne izpuste. Pri eksplozijah so bile poškodovane strehe in stene reaktorskih zgradb, kar ni povzročilo uničenja reaktorskih posod in zadrževalnih hramov v enotah 1 do 3. Možno je, da je poškodba zadrževalnega hrama enote 2 bila posledica ene od teh eksplozij. Najverjetneje je prišlo do delne talitve sredice v 1., 2. in 3. reaktorju. V bazenu za izrabljeno gorivo 3. reaktorja je nivo vode nizek. Pričeli so z dovajanjem vode. Načrtujejo uporabo vozil z vodnimi topovi, s katerimi naj bi hladili gorivo, za dovoz vode pa uporabljajo tudi helikopterje. Japonske oblasti so odredile evakuacijo v krogu 20 kilometrov okrog elektrarne Fukušima-Daiči zaklanjanje v pasu med 20 in 30 kilometri od elektrarne. Stanje se spreminja in ga obnavljamo na naših spletnih straneh.

**V zadnjih dneh se večkrat omenja nevarnost taljenja sredice. Kaj to pomeni in zakaj predstavlja nevarnost?**

Pri normalnem delovanju jedrske elektrarne se toplota sproščena v sredici odvaja s hladilnim sredstvom (voda). Odvedena toplota se uporablja za pogon turbine, ki proizvaja električno energijo. Če se toplota ne odvaja, potem narašča temperatura sredice. Pregrevanje goriva najprej povzroči vretje hladila ob gorivnih palicah, kar poslabša odvajanje toplote goriva. Zato se gorivo še bolj segreva in pride do razpok srajčk goriva ter ob tem izpust radioaktivnih plinastih cepitvenih produktov v primarno hladilo. Če temperatura naraste do 900 stopinj C, se začne burna oksidacija (gorenje) srajčk goriva, pri čemer cirkonij izpodriva vodik iz vode. Pri tem se sprošča tudi veliko več toplote, kot pa je takrat še zaostale toplote iz razpada cepitvenih produktov v gorivu. Pride tudi do deformacije gorivnih elementov, s tem pa je oteženo ohlajanje goriva. To imenujemo izguba geometrije sredice, ki bi še omogočala ohlajanje. Pri zelo visokih temperaturah se nato talijo še tabletke uranovega dioksida v gorivnih palicah, ali pa se te raztapljajo v zmesi kovinskih materialov, ki so v talini. Posledice tega je povečanje radioaktivnega izpusta. Ohlajanje tako staljene sredice lahko poteka le še iz zunanje meje take taline, na kateri se ustvari trda skorja. Hlajenje postane neučinkovito, zato nato temperatura še narašča. Talina lahko steče do sten in dna reaktorske posode, kjer zelo vroč material »napade« steno reaktorske posode. Ta izgubi svojo čvrstost in togo obliko, raztegne se v mehur in lahko poči. Izpust radioaktivnosti se poveča. V takšnem primeru, ki je najhujše stanje v težki nesreči, steče talina v prostor pod reaktorsko posodo. Tam vroča talina reagira z betonsko podlago in pri tem sprošča veliko plinov kot so ogljikov oksid in ogljikov dioksid. Talina lahko poškoduje ali predre tudi jekleno steno zadrževalnega hrama in povzroči zlom hrama. Sicer pa začne naraščati tlak v zadrževalnem hramu zaradi prisotne pare (ta tlak se lahko s prhanjem hrama zniža), ter plinov, ki ne kondenzirajo s prhanjem (vodik, CO, CO2). Obstoja tudi nevarnost eksplozij vodika, ali gorenja vodika in CO. Pri eksplozijah vodika tlak hipoma naraste do visokih vrednosti, ki lahko povzročijo netesnost hrama ali njegov zlom. V takem primeru predvidevamo, da bi vsa količina radioaktivnih izotopov v zadrževalnem hramu šla v okolje v 1 uri, kar bi pomenilo velik izpust. Tesnost zadrževalnega hrama, nadzorovan izpust v okolje skozi filtre, prhanje atmosfere v zadrževalnem hramu, nekaj ur zadrževanja radioaktivnih izotopov v zadrževalnem hramu pred izpustom so ukrepi oz. učinki, s katerimi lahko tudi za več milijon-krat zmanjšamo radioaktivnost izpusta.

Taljenje sredice pomeni, da smo prišli preko meje, v kateri lahko nadziramo potek nesreče ali jo zaustavimo. V tem primeru se ukrepanje izvaja predvsem z namenom ohranitve celovitosti zadnje preostale pregrade, to je zadrževalni hram, ter da se prepreči stalitev reaktorske posode in izpust taline na betonsko podlago.

Ukrep, ki bi zaustavil ali omejil taljenje sredice je le takojšnje zalitje reaktorske posode z zelo veliko količino hladila.

**Koliko časa lahko poteka ohlajanje delov elektrarne, ki predstavlja nevarnost?**

Ko so pogoji v nesreči pod nadzorom in je taljenje sredice prekinjeno, ter so pogoji stabilni (temperatura goriva, tlak in temperatura v zadrževalnem hramu), je predvideno, da se sredica reaktorja ohlaja še 30 dni. Tolikšna je zahtevana rezerva hladila v končnem ponoru toplote elektrarne.

**Kakšen bi bil najslabši scenarij poškodovanja jedrske elektrarne v Fukušimi s štirimi jedrskimi bloki?**

V elektrarni Fukušima - Daiči je šest blokov. V blokih 1, 2 in 3 je bilo zaustavljeno obratovanje, sredica v reaktorju pa se zaradi nezadostnega ohlajanja pregreva in je poškodovana. V vseh treh reaktorjih je bila sredica odkrita dlje časa, kar vodi do poškodbe srajčk goriva, ter v daljšem času odkritja sredice tudi do talitve sredice. Celovitost reaktorske posode in zadrževalnega hrama je ključna za zadrževanje radioaktivnih snovi na poti proti okolju. Najslabši scenarij bi bil nadaljevanje talitve sredice, izguba geometrije gorivnih elementov, ki bi še omogočali hlajenje, napad vroče taline na stene reaktorske posode in stalitev reaktorske posode, ter zlom zadrževalnega hrama zaradi napada raztaljene sredice, ki priteče iz zlomljene reaktorske posode. Lahko pa pride tudi do puščanja ali zloma zadrževalnega hrama kot posledica previsokega tlaka v njem ter zaradi visokih tlakov ob eksplozijah vodika v njem.

Druga grožnja je izrabljeno gorivo, ki se hrani v bazenu in je njegovo ohlajanje odpovedalo. V blokih 1, 2 in 3 gre za veliko količino gorivnih elementov (mogoče celo vse gorivo od začetka obratovanja reaktorja), v blokih 4, 5 in 6 pa je teh gorivnih elementov manj, saj se po določenem času ohlajanja prenesejo v suhe vsebnike, ki pa verjetno niso bili poškodovani ob potresu in cunamiju. Zaradi odpovedi hlajenja bazenov se je temperatura hladila zvišala, s tem se je povečalo izhlapevanje in nivo hladila v bazenih se je zelo znižal, da je prišlo tudi do odkrivanja goriva, za zdaj le v enoti 4. Zaradi pregretja goriva je prišlo do razpok srajčk goriva in izpusta, ter kasneje verjetno tudi do gorenja cirkonija (srajčke goriva), kar se vidi kot požar (plameni) in o tem poročali. Ker se temperatura hladila še naprej segreva, začne nato vreti (na površini tistega izrabljenega goriva, ki je bilo zadnje v sredici reaktorja in je najbolj vroče), kar še poviša temperaturo goriva in hitreje znižuje nivo bazena. Čeprav je to počasnejši proces kot pri poškodbah goriva v reaktorski posodi, lahko na koncu pripelje do enakih posledic. Ker bazen za izrabljeno goriva nima nobenih pregrad radioaktivnosti, kot so reaktorska posoda in zadrževalni hram, se izpust na poti v okolje ne zmanjša. Zato so bile izmerjene vrednosti sevanja po požaru v bazenu za izrabljeno gorivo bloka 4 tudi toliko večje. Trenutno stanje je najbolj kritično za bazene z izrabljenim gorivom v enoti 4, naslednja je ogrožena enota 3, za enoti 1 in 2 ni podatkov (vendar je tam največ izrabljenega goriva), medtem ko se v enotah 5 in 6 vidi naraščanje temperature hladila v bazenu. Ukrep je takojšnje dovajanje nadomestnega hladila v bazene za nadomestitev izparelega hladila, ter vzpostavitev dolgoročnega ohlajanja goriva v bazenu. Paziti je treba tudi na zadostno koncentracijo borove kisline, da ne bi prišlo do verižne reakcije.

Bazeni z izrabljenim gorivom so v reaktorski zgradbi nad reaktorsko posodo in zadrževalnim hramom. V primeru eksplozij vodika na različnih mestih zgradbe ali talitve goriva bi lahko prišlo do poškodb (puščanja) bazena ali puščanja zadrževalnega hrama.

**Kaj pomeni zaustavitev elektrarne? Se nevarnost s tem zmanjša v kratkem času ali je za to potrebno daljše obdobje ohlajanja?**

Zaustavitev elektrarne takoj prekine proizvodnjo toplote z verižno reakcijo, nastaja pa še zaostala toplota zaradi nadaljnjih razpadov cepitvenih produktov v gorivu. Eno sekundo po zaustavitvi reaktorja je zakasnele toplote le še za 6% toplotne moči sredice med obratovanjem na moči, po enem dnevu pa ta pade na 7 promilov, po enem tednu na 5 promilov in po enem mesecu na 1 promil moči reaktorja med obratovanjem. Vendar je to upoštevano v projektu elektrarne. Zmožnosti varnostnih sistemov so namreč načrtovane na ohlajevanje zaustavljenega reaktorja in ne na delujoč reaktor. Zato je izjemno pomembno zagotoviti zaustavitev verižne reakcije. Ohlajanje po zaustavitvi je potrebno zagotoviti dlje časa, elektrarna mora imeti zalogo vode v končnem ponoru toplote za 30 dni. Seveda je potrebno ves čas ohlajati tudi bazen z izrabljenim gorivom. Hlajenje izrabljenega goriva v bazenu je potrebno vsaj 5 let, nato pa se ga lahko hrani npr. v suhih vsebnikih, kjer se toplota odvaja z naravnim ohlajanjem z okoliškim zrakom.

**Japonske elektrarne so grajene za največje obremenitve, potresne sunke in druge nevarnosti, pa je kljub temu prišlo do nesreče. Preprost sklep pove, da potem nobena jedrska elektrarna na svetu torej ni povsem varna in da se črni scenariji lahko vedno zgodijo. Tudi številne starejše elektrarne po Evropi, na primer v Nemčiji, so začasno ustavili, drugje pa hitijo z opravljanjem dodatnih testov. So evropske elektrarne, vključno s Krškim, grajene primerljivo s Fukušimo?**

Leta 2007 je bil zelo hudo potres na Japonskem, ki je poškodoval elektrarno Kašivazaki Kariva s 7 reaktorji, vendar tam ni prišlo do jedrske nesreče. Ta potres je presegal projektne osnove za elektrarno. Pri sedanjem potresu oz. več zaporednih potresih, pa je prišlo tudi do poškodb elektrarn zaradi cunamija, ob tem pa tudi do odpovedi zunanjega električnega napajanja in odpovedi dizel generatorjev na elektrarni. To je onemogočilo delovanje varnostnih sistemov. Elektrarna bi mogoče lahko obvladovali, če bi bila poškodovana le od potresov. Druge elektrarne na vzhodni obali, ki so bile prav tako ali celo bolj ogrožene zaradi potresa in cunamija, so Fukušima-Daiči (4 bloki), Onagava (3 bloki) in Tokai (1 blok), v vseh pa je sedaj stanje pod nadzorom, varno, ter ni prišlo do poškodb gorivnih elementov v sredici reaktorja ali v bazenih za izrabljeno gorivo. Iz tega sledi sklep, da se z ustreznim projektom elektrarne in pravim ukrepanjem lahko zanesljivo prepreči jedrsko nesrečo tudi v takšnih izjemnih razmerah s kombinacijo potresa in cunamija, ki sta povzročila verjetno 10 tisoč žrtev ali več.

Elektrarne, kot je NEK, ki so zgrajene na potresnih področjih, so projektirane v skladu s strogimi zahtevami predpisanih standardov za potresno varno gradnjo in imajo v projektu predvidene rešitve, ki omilijo sunke ob potresu. NEK predvideva tudi ukrepanje osebja v primeru potresa. Pri projektiranju NEK so bile upoštevane potresne razmere na območju Krškega. Veliko elektrarn v svetu pa je zgrajenih na območjih, ki niso nevarna za potrese. Sklepanje na nevarnost vseh elektrarn na svetu zaradi nesreče v elektrarni Fukušima-Daiči ni pravilna. NEK je ustrezno projektirana za zaščito pred predpostavljenimi dogodki ob projektnih jedrskih nesrečah in tudi za zunanjo ogroženost od potresa, poplav, požara, vremenskih dogodkov in drugih zunanjih vplivov. Varnost NEK je dokazana z determinističnimi in verjetnostnimi varnostnimi analizami, ter predstavljena v varnostnem poročilu NEK. Varnost NEK je bila preverjena in potrjena tudi v okviru občasnega varnostnega pregleda leta 2003.

Starost elektrarne, kot npr. nemških elektrarn, tu ne igra vloge v kolikor so se elektrarne med svojim obratovanjem redno izboljševale v skladu z razvojem varnostnih standardov in je bila oprema redno pregledovana, servisirana ali zamenjana v primeru obrabe.