

POSKUSNA UPORABA LESTVICE INES

Marjan F. Levstek*

UDK 621.311.25

Mednarodna agencija za atomsko energijo (IAEA) nadaljuje delo na Mednarodni lestvici jedrskih dogodkov — INES. V poskusnem obratovanju lestvice INES je potekala živahna dejavnost na IAEA in v državah, ki so se temu sistemu poročanja pridružile. Potrebno je bilo zgraditi sistem komunikacij, postaviti organizacijo za INES poročanje v državah in v IAEA ter stalno spremljati delovanje sistema in izkušnje uporabiti za izboljšanje sistema poročanja INES.

Trenutno sodeluje v sistemu poročanja INES 30 držav, od tega 7 brez jedrskih elektrarn. V INES je bilo do sedaj posredovanih 93 poročil od tega so bili štirje dogodki razvrščeni na tretjo stopnjo, 28 na drugo stopnjo in 29 pod lestvico (0). Republiki Slovenija in Hrvatska dobro sodelujeta v sistemu INES že od junija 1990. V tem času smo v INES poročali o treh dogodkih iz NE Krško; dva sta bila razvrščena pod lestvico (0) in eden dogodek na prvo stopnjo. V obratni smeri — predstavitev dogodkov, ki jih dobimo prek INES iz drugih držav, še ni povsem zažvela in bo treba na tem področju še delati.

Letos so v IAEA začeli pripravljati razširitev INES tudi na druge jedrske objekte kot npr.: raziskovalni reaktorji, objekti gorivnega kroga, odlagališča radioaktivnih odpadkov itd. Na osnovi pripravljenega osnutka razširjenega priročnika INES in pripomb nacionalnih uradnikov se je od 14. do 18. oktobra letos sestala na Dunaju svetovalna skupina, ki je na osnovi dosedanjih izkušenj delala na izboljšanju priročnika, formularja za poročanje in brošure o INES. Poleg tega je pripravila smernice za delovne skupine, ki bodo

pripravljale materiale za razširjen INES. V marcu 1992 je predviden sestanek tehničnega komiteja za INES, ki bo obravnaval pripravljena gradiva za razširjeno lestvico INES na ostale jedrske objekte.

Osnova

Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov je način za takojšnje obveščanje javnosti — v skladni obliki — o varnostnem pomenu dogodkov, o katerih poročajo jedrske elektrarne. S tem, da damo dogodke v primerno obliko, lahko lestvica omogoči, da bodo enako razumljeni med strokovnjaki, v javnih medijih in v javnosti.

Lestvico je pripravila mednarodna skupina strokovnjakov, ki sta jih izbrali Mednarodna agencija za atomsko energijo in Agencija za jedrsko energijo Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD). Skupino so vodile pri njenem delu ugotovitve vrste mednarodnih srečanj, katerih namen je bil postaviti glavne osnove za takšno lestvico. Lestvica odraža tudi izkušnje, pridobljene pri uporabi podobnih lestvic v Franciji in na Japon-

skem, upošteva pa tudi možnosti, da podobne lestvice že delujejo v nekaterih drugih državah.

Lestvica je v začetku namenjena za uporabo med poskusno dobo približno enega leta, v katerem bodo mednarodni agenciji in države uporabnice zasledovali uvažanje. Lestvica bo po potrebi dopolnjena v skladu z izkušnjami in pripombami, dobljenimi med poskusno dobo od uporabnikov, medijev in javnosti. Namenjena je v začetku predvsem jedrskim elektrarnam, zaželena pa je njena uporaba tudi v drugih jedrskih objektih. V ta namen bodo mednarodni agenciji in države uporabnice ocenili, kakšne spremembe bi bile potrebne, da bi pokrili tudi pogoje, ki so lahko bistveni pri drugih jedrskih objektih.

Lestvica je načrtovana za hitro izdelavo ocene po dogodku. Na razpolago je mednarodno usklajeno priporočilo, ki bo pomagalo razvrstiti dogodke, inženirska ocena pa bo odigrala svojo vlogo pri določitvi stopnje. Uporabniki lestvice lahko pridobijo izkušnje iz razvrščanja dogodkov, o katerih so prej poročali v različnih državah z različnimi tipi jedrskih reaktorjev. Kjer je potrebno, se lahko razvrstitev

Preglednica 1. Osnovna logika lestvice (merila v matrici so samo širši kazalci)

Stopnja/naziv	Merila		
	Vpliv na okolico	Vpliv na lokaciji	Oslabitev obrambe v globino
7 Najtežja nesreča	Večje sproščanje: široko razširjeni vplivi na zdravje in na okolje		
6 Resna nesreča	Pomembno sproščanje: celotno izvajanje lokalnih načrtov civilne zaščite		
5 Nesreča s tveganjem za okolico	Omejeno sproščanje: delno izvajanje lokalnih načrtov civilne zaščite	Težka poškodba sredice reaktorja	
4 Nesreča predvsem v postroju	Manjše sproščanje: izpostavljenost prebivalstva v višini predpisanih mej	Delna poškodba sredice reaktorja Akutni zdravstveni vplivi na delavce	
3 Resna nezgoda	Zelo majhno sproščanje: izpostavljenost prebivalstva pod predpisanimi mejami	Večja kontaminacija Čezmerna izpostavljenost delavcev	Blizu nesreče Izpad mer za obrambo v globino
2 Nezgoda			Nezgode z možnimi varnostnimi posledicami
1 Nepravilnost			Odstopanja od dovoljenega obratovalnega področja
0 Pod lestvico			Nepomembno za varnost

* Mag., Republiška uprava za jedrsko varnost, Kardeljeva ploščad 24, Ljubljana.

224 dogodka na določeno stopnjo pojasni. Dogodek se lahko kasneje na osnovi analiz ali razvoja dogodkov razporedi na drugo stopnjo. Takšnih prerazporeditev pa naj bi bilo čimmanj.

Lestvica ne zamenjuje meril za poročanje, opis, definicijo in tehnično analizo jedrskih dogodkov, ki so že bila nacionalno in mednarodno sprejeta. Prav tako se ne uporablja za primerjanje obratovalne varnosti v različnih državah. Če je v okolici jedrske elektrarne razglašeno radiološko izredno stanje, ima državni načrt civilne zaščite prednost pred uporabo lestvice.

Čeprav je možna primerjava, pa se merila jedrske varnosti in z njimi povezano izrazoslovje lahko v podrobnostih od države do države razlikujejo. Čeprav je lestvica načrtovana tako, da dovoljuje te razlike, pa jo bo država uporabnica verjetno

želela dodatno pojasniti za lastno uporabo.

Uporaba lestvice

V lestvico se razporejajo samo dogodki, ki so povezani z jedrsko ali radiološko varnostjo. Razporejeni so v sedem stopenj. Stopnje, njihov opis in podrobna merila so prikazani na nasprotni strani, skupaj s primeri razporejenih jedrskih dogodkov, ki so se dogodili v jedrskih elektrarnah.

Spodnje stopnje (1–3) se imenujejo **nezgode**, zgornje stopnje (4–7) pa **nesreče**. Dogodki, ki so nepomembni s stališča varnosti, so razporejeni **pod lestvico ali na stopnjo 0**. Nesreče pri delu ali drugi dogodki, ki niso povezani z obratovanjem jedrske elektrarne, pa niso razpore-

jeni v lestvico, kar pomeni, da so **izven lestvice**. V grobem lahko pričakujemo, da bo približno desetkrat manj dogodkov razporejenih v vsako naslednjo višjo stopnjo na lestvici.

Matrica na nasprotni strani je razlaga osnovne logike lestvice. Ključne besede opisujejo v glavnem pomen za varnost in zato ni njihov namen, da bi natančno in dokončno definirali te pojme. Dogodke razvrščamo na osnovi treh širših meril, ki jih predstavlja vsak stolpec: vpliv na okolico, vpliv na lokaciji in oslabitev obrambe v globino.

Prvo merilo se uporablja za dogodke, ki povzročijo sproščanje radioaktivnosti v okolico. Razumljivo je, da javnost najbolj zanimajo taka sproščanja. Stopnja 7, najvišja v tem stolpcu, odgovarja najtežji jedrski nesreči s široko razširjenimi vplivi na zdravje ljudi in na okolje. Stopnja 3,

Preglednica 2. Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov za takojšnje sporočanje o njihovem pomenu za varnost.

Stopnja	Naziv	Merilo	Primeri
7 Nesreče	Najtežja nesreča	● Sproščanje večjega dela vsebine sredice reaktorja v okolico, kar tipično predstavlja zmes kratko- in dolgoživih radioaktivnih cepitvenih produktov (v količinah, ki so radiološko enakovredne več deset tisoč terabecquerelom joda-131). Možnost akutnih vplivov na zdravje. Zakasneli vplivi na zdravje na širšem področju z možnostjo vpliva na več kot eno državo. Dolgotrajne posledice v okolju.	Černobil, SZ 1986
6	Resna nesreča	● Sproščanje cepitvenih produktov v okolico (v količinah, ki so radiološko enakovredne tisoč do deset tisoč terabecquerelom joda-131). Izvajanje lokalnih načrtov civilne zaščite v celoti je najverjetneje potrebno, da bi se omejili resni vplivi na zdravje.	
5	Nesreča s tveganjem za okolico	● Sproščanje cepitvenih produktov v okolico (v količinah, ki so radiološko enakovredne sto do tisoč terabecquerelom joda-131). Delno izvajanje načrtov civilne zaščite (npr. lokalno zaklanjanje in/ali evakuacija) je v določenih primerih potrebno, da bi se zmanjšala verjetnost vpliva na zdravje. ● Težka poškodba večjega dela sredice reaktorja zaradi mehanskih vplivov in/ali taljenja.	Windscale, VB 1957 Otok treh milj, ZDA 1979
4	Nesreča predvsem v postroju	● Sproščanje radioaktivnosti v okolico, ki ima za posledico dozo reda velikosti nekaj milisievertov*, ki jo sprejme najbolj izpostavljen posameznik v okolici. Potreba po zaščitnih akcijah v okolici je malo verjetna, razen za možno kontrolo hrane. ● Delna poškodba sredice reaktorja zaradi mehanskih vplivov in/ali taljenja. ● Doze, ki lahko vodijo do akutnih vplivov na zdravje delavcev (reda velikosti 1 sievert).**	Saint Laurent, Francija 1980
3 Nezgode	Resna nezgoda	● Sproščanje radioaktivnosti v okolico nad upravno predpisanimi mejami, ki ima za posledico dozo reda velikosti desetinke milisieverta*, ki jo sprejme najbolj izpostavljen posameznik v okolici. Zaščitni ukrepi v okolici niso potrebni. ● Visoke stopnje sevanja in/ali kontaminacije na lokaciji zaradi napak na opremi ali obratovalnih nezdod. Čezmerna izpostavljenost delavcev (doze posameznikov so večje od 50 milisievertov).** ● Nezgode, pri katerih lahko nadaljnja odpoved varnostnih sistemov vodi do pogojev za nesrečo ali stanje, pri katerem varnostni sistemi ne bi mogli preprečiti nesreče pri določenih povzročiteljih.	Vandellors, Španija 1989
2	Nezgoda	● Tehnične nezgode ali nepravilnosti, ki večkrat zahtevajo kasnejšo preveritev varnostnih ukrepov, čeprav neposredno ali takoj ne vplivajo na varnost elektrarne.	
1	Nepravilnost	● Funkcionalne ali obratovalne nepravilnosti, ki ne predstavljajo tveganja, kažejo pa na pomanjkljive varnostne ukrepe. To je lahko zaradi odpovedi opreme, človeške napake ali neprimernih postopkov. (Te nepravilnosti moramo razlikovati od stanj, ko niso presežene obratovalne omejitve in pogoji in ki so pravilno vodena v skladu s primernimi postopki. Taki dogodki so navadno »pod lestvico«.)	
Pod lestvico/nič	Nepomembno za varnost		April 1990

* Doze so izražene kot efektivne ekvivalentne doze (doza na celo telo). Ta merila lahko izrazimo, če je to potrebno, tudi kot ustrezne letne meje za tekoča izpuščanja, ki jih predpiše upravni organ v državi.

** Te doze lahko zaradi enostavnosti izrazimo kot efektivne ekvivalentne doze (sievert), čeprav bi se morale doze na področju, kjer pride do akutnih vplivov na zdravje, izražati kot absorbirana doza (gray).

najnižja točka v tem stolpcu, predstavlja zelo majhno sproščanje, ki bi povzročilo pri najbolj izpostavljenih ljudeh dozo sevanja enakovredno delu predpisane letne mejne doze za prebivalstvo. Velikost takšne doze je navadno približno deseti- na povprečne letne doze, ki jo prejme človek od naravnih virov sevanja.

Drugo merilo upošteva vpliv dogodka na lokaciji elektrarne. To področje je od stopnje 5, ki predstavlja tipično stanje ob resni poškodbi sredice reaktorja, do stopnje 3, pri kateri pride do večje kontaminacije in/ali prevelike izpostavljenosti delavcev.

Tretje merilo se uporablja za dogodke, pri katerih oslabi obramba v globino. Vse elektrarne so namreč načrtovane tako, da zaporedno delovanje varnostnih sistemov ob nezgodi prepreči večji vpliv na lokaciji in v okolici. Z upoštevanjem obrambe v globino razvrstimo dogodke v stopnje 3 do 1.

Primeri razvrščenih jedrskih dogodkov

- Nesreča leta 1986 v Černobilski jedrski elektrarni v Sovjetski zvezi je imela široko razširjen vpliv na okolje in na zdravje ljudi. Zato je razvrščena v 7. stopnjo.
- Nesreča leta 1957 v zračno hlajenem grafitnem reaktorju v jedrskem področju Windscale (sedaj Sellafield) v Veliki Britaniji je vsebovala tudi sproščanje radioaktivnih cepitvenih produktov v okolico. Glede na vpliv na okolico je dogodek razvrščen v 5. stopnjo.
- Nesreča leta 1979 v jedrski elektrarni na Otoku treh milj v Združenih državah je imela za posledico težko poškodbo sredice reaktorja. Sproščanje radioaktivnosti v okolico je bilo zelo omejeno. Dogodek je razvrščen v 5. stopnjo glede na vpliv na lokaciji.
- Nesreča leta 1980 v jedrski elektrarni Saint-Laurent v Franciji je imela za posledico delno poškodbo sredice reaktorja, ni pa prišlo do sproščanja radioaktivnosti v okolico. Razvrščena je v 4. stopnjo po merilu vpliv na lokaciji.
- Nezgoda leta 1989 v jedrski elektrarni Vandellós v Španiji ni imela za posledico niti sproščanje radioaktivnosti v okolico niti poškodbo sredice reaktorja ali kontaminacijo na lokaciji. Poškodba varnostnih sistemov elektrarne pa je znatno oslabila obrambo v globino. Dogodek je razvrščen v 3. stopnjo po merilu oslabitev obrambe v globino.
- Izkušnje iz ocenjevanja po lestvici kažejo, da je večino poročenih dogodkov pod 3. stopnjo. Čeprav tukaj ni prikazanih primerov takih dogodkov, pa bodo države, ki lestvico uporabljajo, predstavile primere dogodkov za te nizke stopnje.

PREGLED JEDRSKIH DOGODKOV IZ JE KRŠKO

Marjan F. Levstek*

Jedrska energija že dalj časa zbujala zanimanje pa tudi zaskrbljenost prebivalstva po celem svetu. Ves ta čas se čuti pomanjkanje kakovostnega in razumljivega obveščanja javnosti o obratovanju jedrskih elektrarn in še posebno o izrednih dogodkih, ki se, kot v vsakem industrijskem postroju, dogajajo tudi v jedrskih elektrarnah. Več držav je bolj ali manj uspešno poskušalo prikazati resnost dogodkov v jedrskih elektrarnah z lestvico, v kateri bi resnost dogodka rastla po stopnjah. Da bi ta prizadevanja uskladili in poenotili in da bi taka lestvica zažive- la v celem svetu, sta se Mednarodna agencija za atomsko energijo (MAAE) in Agencija za jedrsko energijo Organizacije za ekonomsko sodelovanje in razvoj (OECD NEA) odločili združiti prizadevanja posameznih držav za kakovostno obveščanje javnosti in izdelati Mednarodno lestvico jedrskih dogodkov — INES (International Nuclear Event Scale). Pri tem so sodelovali strokovnjaki iz različnih držav.

Delovanje INES

INES omogoča hitro obveščanje javnosti pa tudi strokovnjakov, ki delajo na jedrskem področju, o varnostnem pomenu dogodkov, ki se zgodijo v jedrskih elektrarnah. Za enotno uporabo je izdelan priročnik, ki omogoča hitro razvrstitev dogodka na eno od sedmih stopenj. Brošura Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov je namenjena spoznavanju javnosti s tem načinom obveščanja. V sistem INES Mednarodne agencije za atomsko energijo se poroča na posebnem formularju, ki vsebuje vse potrebne informacije o jedrskem dogodku. MAAE nato prenese tako poročilo vsem državam, ki sodelujejo v sistemu INES.

Med poskusnim uvajanjem INES je potekala živahna dejavnost na MAAE in v državah, ki so se temu poročanju pridružile. Zgraditi je bilo treba sistem komunikacij, postaviti organizacijo za poročanje o jedrskih dogodkih v državah in v MAAE, spremljati delovanje sistema in izkušnje uporabiti za izboljšanje sistema poročanja. Lestvica je bila v začetku namenjena predvsem jedrskim elektrarnam, lani pa so v MAAE začeli pripravljati razširitev INES tudi na druge jedrske objekte, npr. na raziskovalne reaktorje, objekte gorivnega kroga, odlagališča radioaktivnih odpadkov itd., z manjšimi prilagoditvami pa bo možna njena uporaba tudi za ostale industrijske objekte.

Trenutno sodeluje v sistemu poročanja INES 32 držav, od tega 7 brez jedrskih elektrarn. V INES je bilo do konca leta 1991 posredovanih 93 poročil, od tega so bili štirje dogodki razvrščeni na tretjo stopnjo, 28 na drugo stopnjo in 29 pod lestvico (0). Republika Slovenija prek Republiške uprave za jedrsko varnost aktivno sodeluje v sistemu INES že od junija 1990. V tem času smo v INES poročali o treh dogodkih iz JE Krško: dva sta bila razvrščena pod lestvico (0), en dogodek

pa na prvo stopnjo. Predstavitev dogodkov, ki jih dobimo prek INES iz drugih držav, še ni povsem zaživevala in bo treba na tem področju še delati. Diagram metodologije za razvrščanje dogodkov je prikazan v preglednici.

V nadaljevanju je dan pregled nekaterih izrednih dogodkov v jedrski elektrarni v Krškem v preteklem obdobju s kratkim opisom dogodka in z razvrstitvijo INES.

Izolacijski ventil napajalne vode ostal v odprtem položaju

Datum dogodka: 7. 4. 1982

Med testnim obratovanjem elektrarne se izolacijski ventil na liniji napajalne vode za uparjalnika štirikrat ni zaprl, čeprav je dobil ročni signal za zaprtje. Ventil so natančno pregledali in modificirali. Ventil mora zapreti in prekiniti pretok napajalne vode v primeru vključitve varnostnega vbrizganja ali pri izgubi vsega izmeničnega napajanja.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Pretok sekundarne vode v sistem reaktorskega hladila

Datum dogodka: 5. 6. 1982

Med remontnimi deli na uparjalnikih so bile na uparjalniku št. 2 izrezane 4 cevi za metalografske preiskave. Še predno so bile te cevi začepljene, se je začela sekundarna stran uparjalnika polniti s čisto vodo zaradi zaščite delavcev pred sevanjem. Zaradi spregledanega odprtega ventila je začela voda nenadzorovano puščati v sistem reaktorskega hladila, skozi nezačepljene cevi pa se je okoli 10 m³ vode razlilo v zadrževalni hram. Ves čas dogodka je imel reaktor zadostno rezervo ugasnitve.

Dogodek je razvrščen na 1. stopnjo po INES.

* Mag., Republiška uprava za jedrsko varnost, Kardeljeva ploščad 24, Ljubljana.