

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 oslabilo 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 zbuja 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 zaživele 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.

226 **Regulacijski ventil prh tlačnika ostal v odprtem položaju**

Datum dogodka: 10. 8. 1982

Med poskusnim obratovanjem na 50 MW je regulacijski ventil prh tlačnika, ki uravnava tlak v sistemu reaktorskega hladila, ostal v odprtem položaju. Ta napaka je povzročila hitro padanje tlaka v sistemu reaktorskega hladila. Čeprav je bil reaktor ročno zaustavljen, je tlak še naprej padal, dokler ni operater pravilno ustavil primarno črpalko, ki je omogočala pretok skozi prhe.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Nizek pritisk v akumulatorju za varnostno vbrizganje

Datum dogodka: 28. 5. 1983

Med rednimi vzdrževalnimi deli na sistemu dovoda dušika za akumulatorje za varnostno vbrizganje je tlak v akumulatorju št. 2 padel 1 % pod omejitvev iz Obratovalnih pogojev in omejitev. Po 2 urah in 26 minutah je operaterjem uspelo zopet vzpostaviti zahtevani tlak. Vzrok: človeška napaka zaradi nepravilne oznake na ventilih.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Napake v delovanju zaščite dizelskega generatorja

Datum dogodka: 9. 8. 1983

Pri rednem nadzoru dizelskih generatorjev (DG) za napajanje v sili so bile odkrite napake v delovanju sistema zaščite DG, ki bi lahko pripeljal do poškodbe DG. Pripravljen je bil program korektivnih akcij, po katerem so bile napake odstranjene.

Dogodek je razvrščen na 1. stopnjo po INES.

Puščanje notranjega tesnilnega obroča reaktorske glave

Datum dogodka: 15. 9. 1983

Po prvi menjavi goriva, ko je tlak v sistemu reaktorskega hladila dosegel 150 barov, se je pojavilo puščanje skozi notranji tesnilni obroč reaktorske glave. Tesnenje reaktorske glave je prevzel zunanji tesnilni obroč. Elektrarna je nadaljevala z obratovanjem.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Porast tlaka v zadrževalnem hramu

Datum dogodka: 29. 12. 1983

29. 12. 1983 se je pojavil alarm na merilniku tlaka v zadrževalnem hramu, ki je naslednji dan dosegel mejo, določeno v Obratovalnih pogojih in omejitvah. Ker ni bilo povečanega sevanja, se je posumilo na puščanje zraka iz sistema stisnjenega zraka za instrumentacijo. Kasnejši pregled je to potrdil. Med zaustavitvijo 9. 1. 1984 je bilo puščanje sanirano.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Odpoved regulacijskega ventila prh tlačnika in padec tlaka v sistemu reaktorskega hladila

Datum dogodka: 9. 1. 1984

Pri izenačevanju koncentracij borne kisline med reaktorskim hladilom in tlačnikom je ostal regulacijski ventil prh tlačnika v odprtem položaju. Sledil je hiter padec tlaka v sistemu reaktorskega hladila, ki je sprožil avtomatsko zaustavitev reaktorja in varnostno vbrizganje. Reaktor se je varno ustavil. Najmanjša podhladitev (oddaljenost od kritične točke) je bila 7,5° C.

Dogodek je razvrščen na 1. stopnjo po INES.

Izguba drugega neodvisnega zunanjega vira električnega napajanja

Datum dogodka: 9. 12. 1985

Pregretje visokofrekvenčne dušilke je povzročilo napako na transformatorju T3 (110/6,3 kV), zato je bil le-ta izklopljen. S tem je bil izgubljen drugi neodvisni vir zunanjega napajanja iz 110-kV omrežja. Ker napaka ni bila odpravljena v 72 urah (zahteva Obratovalnih pogojev in omejitev), je bila elektrarna zaustavljena in ohlajena.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Avtomatske zaustavitve elektrarne zaradi lažnih signalov izgube bremena

Datum dogodka: 5. 2. 1987

Lažni signal izgube bremena, ki ga je zaznal digitalni elektrohidravlični sistem za upravljanje turboagregata, je povzročil zaprtje ventilov za upravljanje turbine. Porast tlaka in temperature v sistemu reaktorskega hladila je sprožil tudi avtomatsko zaustavitev reaktorja. Vzrok za lažni signal so bile elektromagnetne motnje v kanalu za detekcijo položaja glavnega stikala generatorja.

Dogodek je razvrščen na stopnjo 0 po INES.

Avtomatska zaustavitev elektrarne zaradi izpada črpalk tesnilne vode

Datum dogodka: 23. 2. 1988

Med obratovanjem na 100-odstotni moči so izpadle vse tri črpalke glavne hladilne vode. Izguba funkcije kondenzatorja je povzročila porast tlaka in temperature v sistemu reaktorskega hladila in sproženje reaktorske zaščite z avtomatsko zaustavitvijo. Med prehodnim stanjem so se odprli motorni razbremenilni ventili tlačnika in glavnega parovoda. Dotok tesnilne vode je bil prekinjen zaradi slabe kakovosti dekarbonizirane vode.

Dogodek je razvrščen na 1. stopnjo po INES.

Avtomatska zaustavitev zaradi nizkega pretoka vode za hlajenje satorja

Datum dogodka: 1. 7. 1989

Zaradi poškodbe črpalke za vodo za hlajenje satorja generatorja je bil prekinjen dotok hladilne vode, kar je povzročilo samodejno zmanjševanje obtežbe generatorja. Pri tem regulacijski ventil napajalne vode ni popolnoma zaprl in turbina in na-

to še reaktor sta se avtomatsko zaustavila na signal »visok nivo vode« v uparjalniku št. 1.

Dogodek je razvrščen na 1. stopnjo po INES.

Zaključek

Mednarodna lestvica jedrskih dogodkov, ki jo je že v poskusni dobi sprejela večina mednarodnih informacijskih sistemov in v kateri nenehno raste število sodelujočih držav, postaja standardni način za vrednotenje resnosti dogodkov v jedrskih objektih. Sprejeli so jo mediji, treba pa bo vložiti še dosti truda, da jo bodo razumeli tudi občani in da si bo pridobila tudi njihovo zaupanje. Uporabna je tudi za hitro oceno resnosti dogodka pri načrtovanju ukrepov v primeru jedrske nezgode. Lestvico še vedno izpopolnjujejo, trenutno pa preizkušajo uporabo lestvice, razširjene na vse jedrske objekte.

UJMAA

UJMAA

UJMAA

UJMAA