

Razvrščanje jedrskih in radioloških izrednih dogodkov



Vzporedno z raziskavami in uporabo radioaktivnih snovi ter ionizirajočega sevanja je prihajalo tudi do nesreč pri roko- vanju z njimi, uporabi sevanja ter do nepričakovanih vplivov na zdravje ljudi. Prve žrtve ionizirajočega sevanja so bili raziskovalci, zaposleno osebje in tudi pacienti pri uporabi rentgenskega slikanja v medicini. Eden prvih znanih prime- rov izrednega radiološkega dogodka je bilo prekomerno obsevanje pacienta z zlomom gležnja leta 1896 pri uporabi rentgena v Chicagu, ZDA, zaradi česar so mu morali amputirati nogo. Zelo tipično so zgodnji raziskovalci, čeprav so vsaj slutili nevarnost, zelo malomarno ravnali s snovmi in sevanjem ter pri roko- vanju niso upoštevali varnostnih ukrepov. Znan je primer raziskovalke Marie Curie, ki je umrla za levkemijo leta 1934, pri čemer so bili tudi vsi njeni osebni pred- meti tako kontaminirani z radioaktivnimi snovmi, da so še sedaj nevarni za ljudi, zato jih hranijo pod posebnimi pogoji.

Radiološke posledice, ki so vplivale na začetek organiziranega raz- iskovanja epidemioloških vplivov ionizirajočega sevanja, pa so se zgodile v dvajsetih letih prejšnjega stoletja v ZDA (1920-1926, ve- činoma New Jersey). Tedaj so večinoma mlada dekleta, kasne- je poimenovana tudi »radijeva dekleta«, najeli za barvanje šte- vilnic ur s fluorescentnimi barvami, ki se svetijo v temi, v katerih je bil dodan tudi radij 226. Dekleta so imela navado čopič oslini- ti, da bi imel bolj ostro konico in bi tako lažje nanašale barvo. Pri tem so vsakič v telo vnesle majhno količino radija, ki se je podob- no kot kalcij v telesu vezal na kosti in zobe. Po določenem času so zobozdravniki in zdravniki opazili povečano število bolezni, izpa- danje zob, deformacije čeljusti oziroma pojav raka na kosteh. Po ocenah je od skupaj 2000 deklet zaradi kostnega raka umrlo kar 50, veliko pa jih je imelo tudi dolgoročne zdravstvene posledice.

Po zelo odmevnem sodnem procesu leta 1927, v katerem so bile razkrita prikrivanja resničnih podatkov in izkoriščanje deklet s strani delodajalca, so znanstveniki pričeli s sistematičnimi raziskavami vpliva ionizirajočega sevanja na ljudi. Eden prvih je bil zdravnik Her-

mann J. Muller, tudi Nobelovec, ki je dokazal povezavo med preje- to absorbirano dozo ionizirajočega sevanja in genetskimi mutacija- mi na kromosomih. Po odvzetenih jedrskih bombah na Hirošimo in Nagasaki so izvedli obsežne raziskave med preživelimi in ugotovi- li približno za 10 % povečanje raka na splošno, vendar kar za 46 % povečanje levkemije glede na pričakovane vrednosti.



Poškodbe prstov zaradi rokovanja z radioaktivnim radijem ime- novane tudi »radium fingers« (levo) in radijeva dekleta na delov- nem mestu (desno)

Z razvojem jedrske industrije po letu 1945 in uporabe reakcij cepi- tive v jedrskih reaktorjih ter drugih obratih za pridelavo jedrskega goriva, odlaganje radioaktivnih odpadkov oziroma kasneje tudi za predelavo izrabljenega goriva, so se izrednim radiološkim dogod- kom pridružile tudi jedrske nesreče. Zato je Mednarodna agencija za atomsko energijo (MAAE) razvila t.i. INES (International Nuclear Events Scale) lestvico, mednarodno lestvico jedrskih in radioloških dogodkov, ki se v svetu uporablja kot orodje za skladno obveščanje javnosti o varnostnem pomenu jedrskih in radioloških dogodkov. Zajema celotno civilno uporabo jedrskih in radioloških snovi, rav- nanje z radioaktivnimi odpadki ter prevoz radioaktivnih materialov.

Dogodki so razvrščeni na lestvici v sedem stopenj: stopnje od 1 do 3 imenujemo »nezgode«, stopnje od 4 do 7 pa »nesreče«. Resnost dogodka je na vsaki naslednji stopnji lestvice približno desetkrat večja od predhodnega. Dogodke, nepomembne za varnost, ime- nujemo odstopanja in so razvrščeni pod samo lestvico oz. na sto- pnjo 0. Pri razvrščanju so upoštevani trije različni vplivi: na ljudi in okolje, na radiološke pregrade in nadzor ter na globinsko obram- bo. V tabeli so podani opisi značilnih posledic posameznih stopenj v lestvici ter podani nekateri bolj izpostavljeni primeri razvrstitve.

Čeprav se izredni dogodki dogajajo na področju uporabe jedrskih in radioloških snovi, pa večina nima posledic za ljudi. Z uporabo INES lestvice so vsi izredni dogodki primerljivo razvrščeni ter sistema- tično dokumentirani glede na vpliv. Tako omogočajo tudi učenje na napakah ter stalno izboljševanje varnosti - pristop, ki se le red- ko uporablja v drugih panogah.

Dr. Nadja Železnik

MEDNARODNA LESTVICA JEDRSKIH IN RADIOLOŠKIH DOGODKOV – INES (vir: URSJV)

Stopnja INES	Ljudje in okolje	Radiološke pregrade in nadzor	Globinska obramba
Velika nesreča Stopnja 7	<ul style="list-style-type: none"> Velik izpust radioaktivnih snovi z zelo velikimi učinki na zdravje in okolje, ki zahtevajo izvaja- nje načrtovanih in dodatnih zaščitnih ukrepov. (Černobil, Ukrajina, 1986, Fukušima, Japonska, 2011)		
Resna nesreča Stopnja 6	<ul style="list-style-type: none"> Znaten izpust radioaktivnih snovi, ki bi lahko zahteval izvajanje načrtovanih zaščitnih ukrepov. (Kištim, Rusija, 1957)		
Nesreča s širšimi posledicami Stopnja 5	<ul style="list-style-type: none"> Omenjen izpust radioaktivnih snovi, ki bi la- hko zahteval izvajanje nekaterih načrtovanih zaščitnih ukrepov. Nekaj smrtnih žrtev zaradi sevanja. (Windscale, Velika Britanija, 1957, Goiania, Brazili- ja, 1987)	<ul style="list-style-type: none"> Večja poškodba sredice reaktorja. Izpust večjih količin radioaktivnih snovi v območju objekta z veliko verjetnostjo znatne iz- postavljenosti prebivalcev. Do tega lahko pride zaradi nenadzorovane verižne reakcije ali požara. (Otok treh milj, ZDA 1979)	
Nesreča z lokalnimi posledicami Stopnja 4	<ul style="list-style-type: none"> Manjši izpust radioaktivnih snovi, ki najbrž ne bi zahteval izvajanja nekaterih načrtovanih zašči- tnih ukrepov. Nekaj smrtnih žrtev zaradi sevanja. (Tokaimura, Japonska, 1999, Fleurus, Belgija, 2006)	<ul style="list-style-type: none"> Taljenje goriva ali poškodba goriva, pri kateri se sprosti več kot 0,1 % vsebine sredice reaktorja. Izpust znatne količine radioaktivnih snovi v ob- močju objekta z veliko verjetnostjo za znatno iz- postavljenost prebivalcev. (St. Laurent des Eaux, Francija, 1980)	
Resna nezgoda Stopnja 3	<ul style="list-style-type: none"> Izpostavljenost, ki za desetkrat presega zakons- ko določeno mejo za delavce. Deterministični učinki sevanja na zdravje brez smrtnih žrtev (npr. opekline). (Yanango, Peru, 1999)	<ul style="list-style-type: none"> Dozne hitrosti v delovnem območju večje od 1 Sv/h. Resna kontaminacija na območju, kjer to ni bilo predvideno s projektom, vendar z majhno verjet- nostjo za znatno obsevanje prebivalcev. (Sellafeld, Velika Britanija 2005)	<ul style="list-style-type: none"> Skorajšnja nesreča v jedrski elektrarni brez do- datnih razpoložljivih varnostnih ukrepov. Izgubljen ali ukraden visoko radioaktivni zaprti vir sevanja. Napačno dostavljen visoko radioaktivni zaprti vir sevanja brez postopkov za ustrezno ravnaj- je z njim. (Vandellos, Španija, 1989)
Nezgoda Stopnja 2	<ul style="list-style-type: none"> Izpostavljenost prebivalca preko 10 mSv. Izpo- stavljenost delavca preko zakonsko določene let- ne meje. (Atucha, Argentina, 2005)	<ul style="list-style-type: none"> Dozne hitrosti v delovnem območju večje od 50 mSv. Znata kontaminacija v objektu na območju, kjer to ni predvideno s projektom. (Cadarache, Francija, 1993)	<ul style="list-style-type: none"> Znatne odpovedi varnostnih ukrepov, vendar brez dejanskih posledic. Najdba visoko radioaktivnega zaprtega vira sevanja neznanega izvora, naprave ali po- šiljke z ohranjenimi varnostnimi ukrepi. Neprimerna embalaža visoko radioaktivnega za- prtega vira sevanja. (Forsmark, Švedska, 2006)
Nepravilnost Stopnja 1			<ul style="list-style-type: none"> Izpostavljenost prebivalca preko zakonske določene letne meje. Manjše težave z varnostnimi komponentami ob znatni preostali globinski obrambi. Izguba ali kraja nizko radioaktivnega vira sevan- ja, naprave ali pošiljke.

NEPOMEMBNO ZA VARNOST (pod lestvico /stopnja 0)