

RADIOIZOTOPI V IZPUSTIH SEŽIGALNIC IN TERMoeLEKTRARN

Luka Ležaić

Izvleček

S porastom pridobivanja energije iz termoelektrarn in ravnanju z odpadki v sežigalnicah narašča tudi sevalna obremenitev okolja zaradi radioaktivnosti v naravnih ali umetnih virih sevanja. Sevalna obremenitev zaradi uporabe premoga v termoelektrarnah nastopa zaradi naravno prisotnih radionuklidov uranovega in torijevega niza. Radioaktivnost se v okolje širi zaradi uhajanja izpustov in uporabe ostankov sežiga v industriji (gradbeništvo); sevalna obremenitev prebivalstva je običajno nizka, lahko pa postane pomembna pri uporabi premoga nizke kakovosti in visoke vsebnosti radionuklidov. Tudi pri ravnanju z odpadki lahko pride do sežiga naravnih ali umetnih virov sevanja. Naravni viri običajno povzročajo nizko sevalno obremenitev okolja, nasprotno pa umetni (medicinski in industrijski) viri sevanja pri nenamernem sežigu lahko povzročijo pomembno sevalno obremenitev.

Uvod

V življenjskem okolju smo stalno izpostavljeni radioaktivnemu sevanju. Viri radioaktivnega sevanja so naravni (kozmično sevanje, zemeljski viri) in umetni (proizvedeni s strani človeka; v prvi vrsti radioaktivni viri v zdravstvu). Povprečna letna izpostavljenost radioaktivnemu sevanju iz naravnega ozadja znaša okoli 2,4 mSv, umetni viri dodajo povprečno še 0,4 mSv za skupno letno izpostavljenost okoli 2,8 mSv.

Potencialni vir naraščajoče izpostavljenosti radioaktivnemu sevanju predstavlja sežiganje radioaktivnih snovi: tradicionalno so te predstavljale premog v termoelektrarnah, v naraščanju pa je tudi uporaba sežigalnic odpadkov, kjer lahko potencialno prihaja do sežiga radioaktivnih snovi.

Izpusti termoelektrarn

Premog, ki ga v termoelektrarnah uporabljamo kot vir energije, vsebuje naravno prisotne radionuklide. Pomembni so prevsem radionuklidi uranovega in torijevega niza (^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{232}Th , ^{228}Ra) ter kalij (^{40}K). Vsebnost radionuklidov je odvisna od kvalitete premoga: najvišje vsebnosti opažamo v nizko kvalitetnem premogu, kot sta lignit in rjavi premog (^{238}U : okoli 120 – 430 Bq/kg; te vrednosti so bistveno manjše v visoko kvalitetnem (običajno črnem) premogu (^{238}U : okoli 15 – 40 Bq/kg)). S sežiganjem nastanejo t. i. tehnološko ojačeni naravno prisotni radioaktivni materiali (angl. technologically enhanced naturally occurring radioactive materials, TENORM), med katere štejemo tudi ostanke sežiga premoga (angl. coal-combusting residuals, CCR). Pri sežiganju premoga se radionuklidi nahajajo v nastajočih plinastih in trdnih izpustih (filtrski pepel). Slednji se razlikujejo po velikosti delcev, od katere je odvisna prisotna (radio)aktivnost – ta z velikostjo delcev upada. V primerjavi s premogom aktivnost v trdnih izpustih (TENORM) pomembno narašča (faktor 3 – 10). Velikost delcev je

pomembna tudi pri izpustih, ki z termoelektrarn uhajajo, saj ta po uporabljenih modelih vpliva na distribucijo v okolju glede na razmere (gibanje zraka, vlažnost ...).

Po opravljenih raziskavah izpostavljenost sevanju v okolici termoelektrarn za najbolj izpostavljeno populacijo (vdihavanje in vnos poljščin v območju nalaganja izpustov) znaša od 0,04 do 0,25 mSv/leto. Vrednosti so večinoma pod mejo za izpostavljenost splošnega prebivalstva (1 mSv/leto), lahko pa slednjo dosežejo ali pa presežejo, če uporabljen premog vsebuje visoko količino radionuklidov. Pomemben tehnološki dejavnik pri uhajajočih emisijah je učinkovitost filtrskega sistema, ki poleg vsebnosti radionuklidov uporabljenega premoga pojasni razhajanja v meritvah.

Nastale CCR lahko uporabimo v gospodarstvu. Najpogosteje se filtrski pepel uporablja kot dodatek oziroma nadomestek cementu pri gradbenem materialu ali zidakih. Izpostavljenost sevanju v tem primeru lahko po uporabljenih modelih nastopa zaradi vsebnosti radionuklidov v materialu (od 0,1 do 1 mSv/leto) ali pa zaradi nastajajočega radona (^{220}Rn , ^{222}Rn), pri čemer je vsebnost v prostoru nizka ob predvidevanju nizke poroznosti materiala (okoli 37 Bq/m³), lahko pa pomembno naraste ob višji poroznosti (do 370 Bq/m³). Vrednosti ne presegajo priporočene maksimalne koncentracije (3700 Bq/m³), vendar pa radon kot produkt filtrskega pepela ni edini vir radona v zaprtih prostorih – bistveno pomembnejši je zemeljski vir.

Izpusti sežigalnic

Z naraščanjem količine odpadkov narašča tudi uporaba sežigalnic kot načina ravnanja z odpadki. Radioaktivni viri v odpadkih so lahko naravnega izvora (hrana, proizvodnja in uporaba celuloze); vsebujejo lahko nizke količine naravno prisotnih radionuklidov (^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po). Aktivnosti slednjih so običajno nizke (do 10 Bq/kg), vendar pa so količine sežganih odpadkov velike – v primeru sežiga okoli 500000 ton organskih odpadkov letno ti vsebujejo okoli 0,5 Gbq ^{226}Ra , okoli 2 Gbq ^{210}Pb , okoli 4,5 Gbq ^{210}Po . V primeru da bi izpusti znašali 100 % vsebovanih radionuklidov, bi po uveljavljenem modelu (CROM v8, IAEA) znotraj 1 km od vira izmerili podvojeno vsebnost radionuklidov v zraku, ki pa bi na letni ravni pomenila dodatno obremenitev s sevanjem v območju nekaj nSv, kar je minimalno v primerjavi z dopustno izpostavljenostjo (do 1 mSv letno).

Bistveno bolj pomembne okoliščine predstavljajo morebiten sežig umetnega radioaktivnega vira. Najpogostejši radionuklidi, pri katerih je tovrsten dogodek možen, so tisti, ki jih uporabljamo v medicinske (tehnecij-99m, $^{99\text{m}}\text{Tc}$; jod-131, ^{131}I) in industrijske (kobalt-60, ^{60}Co ; cezij-137, ^{137}Cs) namene. Sežig v medicinske ali industrijske namene uporabnih aktivnosti naštetih radionuklidov lahko povzroči pomembne aktivnosti v aerosolu; sevalna obremenitev pa je nato odvisna od energije in absorpcije radionuklida – v primeru ^{131}I bi sežig 3700 MBq (aktivnost pri zdravljenju z ^{131}I) lahko v enem dnevu pomenil sevalno obremenitev okoli 1 mSv – enakovredno dovoljeni letni sevalni obremenitvi za splošno prebivalstvo.

Zaključek

Z naraščajočo uporabo premoga v termoelektrarnah in sežigalnic za ravnanje z odpadki narašča tudi verjetnost višje sevalne obremenitve splošnega prebivalstva iz naravno prisotnih in umetnih virov sevanja. Na mestu je stalen nadzor obremenitve okolja z radioaktivnim sevanjem in pregled nad materiali, namenjenimi sežigu. Čeprav je sevalna obremenitev v večini primerov nizka, pa je posebno pri ravnanju z odpadki v sežigalnicah potrebna velika previdnost, da se izognemo radioaktivnim izpustom ob morebitnem sežigu medicinskega ali industrijskega radioaktivnega vira.

Literatura

1. Papastefanou C. Escaping radioactivity from coal-fired power plants (CPPs) due to coal burning and the associated hazards: a review. *J Environ Radioact* 2010 101: 191-200.
2. Habib MA, Basuki T, Miyashita S, et al. Assessment of natural radioactivity in coals and coal combustion residues from a coal-based thermoelectric plant in Bangladesh: implications for radiological health hazards. *Environ Monit Assess* 2018; 191: 27.
3. Asaduzzaman K, Mannan F, Khandaker MU, et al. Assessment of Natural Radioactivity Levels and Potential Radiological Risks of Common Building Materials Used in Bangladeshi Dwellings. *PLoS One* 2015; 10: e0140667.
4. Zeevaert T, Sweeck L, Vanmarcke H. The radiological impact from airborne routine discharges of a modern coal-fired power plant. *J Environ Radioact* 2006; 85: 1-22.
5. Amin YM, Khandaker MU, Shyen AK, et al. Radionuclide emissions from a coal-fired power plant. *Appl Radiat Isot* 2013; 80: 109-16.
6. Kougemitrou I, Godelitsas A, Tsabaris C et al. Characterisation and management of ash produced in the hospital waste incinerator of Athens, Greece. *J Hazard Mater.* 2011; 187: 421-32.
7. Carvalho FP. Can the incineration of Municipal Solid Waste pose occupational and environmental radiation hazards? *International Journal of Occupational and Environmental Safety* 2017; 1: 1-10