

Numerično modeliranje prašenja z industrijske deponije kompleksne geometrije

Lovrenc Novak¹ – Benjamin Bizjan^{1,2,*} – Jure Pražnikar³ – Boris Horvat^{2,3} – Alen Orbanič^{2,3} – Brane Širok¹

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

² Abelium d.o.o., Slovenija

³ Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič, Slovenija

Glavna okoljska in varnostna problematika, ki se pojavi pri transportu in shranjevanju razsutega tovora, je povezana s pojavom prašenja. Pri shranjevanju tovora na velikih odprtih deponijah, kot jih običajno srečamo v tovornih pristaniščih, je prašenje še posebej problematično zaradi izpostavljenosti deponije vetru. Prihaja do vetrne erozije in odnašanja finih delcev, kar pomeni onesnaženje okolice ter resno tveganje za zdravje ljudi zaradi delcev v zraku.

V prispevku so obravnavane vetrovne razmere in pojav prašenja na Evropskem Energetskem Terminalu (EET) v Luki Koper, ki je namenjen shranjevanju in pretovoru premoga in železove rude. EET je tekom celega leta občasno izpostavljen močnim vetrovom severovzhodne in vzhodne smeri (burja) ter zahodne smeri (tramontana), ki zlahka povzročijo dviganje in odnašanje prašnih delcev z deponije. Namen študije je bil ugotoviti lokalne porazdelitve vetra nad deponijo ter emisije prahu za različne smeri in jakosti vetra ter različne ukrepe protivetrne zaščite. Izdelan je bil model deponije s tipično porazdelitvijo kupov materiala ter vključenimi okoliškimi stavbami, ograjami in žerjavi. Simulacije toka zraka so bile izvedene z uporabo sodobnih orodij za računalniško dinamiko tekočin (CFD). Dodatno so bile ocenjene tudi emisije prahu po metodi EPA (United States Environmental Protection Agency). Vstopni robni pogoji za veter so bili določeni s statistično analizo lokalno izmerjenih hitrosti vetra za obdobje enega leta.

Rezultati simulacij kažejo, da je smer vetra ključni dejavnik, ki vpliva na učinkovitost tako neprepustnih kot poroznih protivetrnih ovir. Razsežnost ter oblika deponije, ki je razpotegnjena skoraj v smeri glavnih vetrov, pomenita glavno omejitev za zagotavljanje učinkovite protivetrne zaščite z obstoječo ograjo višine 11 m. Tudi zamenjava obstoječe neprepustne ograje s porozno strukturo pokaže omejen protivetrni učinek take ograje in sicer iz istih razlogov, kot pri neprepustni ograji. Vendar pa porozna ograja omogoča boljšo zaščito najbolj izpostavljenih kupov, zato se skupna emisija prahu bistveno zmanjša. Učinkovit ukrep za zmanjšanje hitrosti vetra nad kupi je postavitve poroznih pregrad med kupi (prečno na smer glavnih vetrov), vendar bi take pregrade na dejanski deponiji lahko predstavljale veliko oviro za razkladalno-nakladalne procese. Preverjen je bil tudi vpliv prerazporeditve kupov, vendar je učinek majhen, tak ukrep pa je tudi zelo ne-praktičen za uporabo na tranzitni deponiji.

Učinkovita postavitve protivetrnih ograj ali pregrad je na velikih deponijah, ki so izpostavljene močnim vetrovom, izredno zahtevna. Večina raziskav na področju vetrne emisije prahu je izdelanih na primerih enega kupa ali več enakomerno razporejenih kupov, kar je težko primerljivo z dejanskimi deponijami. Rezultati študije kažejo, da prisotnost bližnjih ograj, zgradb, inženirskih objektov ter neurejena razporeditev kupov pomembno vplivajo na vetrovne razmere, zato je pri obravnavi razmer na realnih deponijah navedene dejavnike vedno potrebno upoštevati.

Polivanje kupov nasute snovi z vodo in s snovjo, ki na površini tvori skorjo, ostaja v predstavljenem primeru deponije nepogrešljiv ukrep za preprečevanje prašenja. Študija nakazuje možnosti za učinkovito postavitve poroznih pregrad in ograj, ki bi bistveno zmanjšale erozijski potencial, še posebej ob nadaljnji optimizaciji postavitve in lastnosti pregrad.

Eksperimentalna validacija numeričnih simulacij z meritvami v vetrovniku ali na terenu ni bila izvedena zaradi omejenega časa in sredstev, ki so bili na voljo. Za potrditev verodostojnosti simulacij bi bila izvedba eksperimentalne validacije v prihodnosti velikega pomena.

Ključne besede: računalniška dinamika tekočin, emisije prahu, prašenje, odprta deponija, emisijski faktor, hitrost vetra