

Vpliv vetra na varnost v cestnem predoru

Aleš Suban* – Stojan Petelin – Peter Vidmar

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet, Slovenija

Predori so strateški objekti cestnega prometa, še posebej na goratih območjih, saj omogočajo hitro, varno in nemoteno prometno povezavo. Prezračevanje enosmernih predorov na avtocestah je večinoma longitudinalno v smeri prometa. Mehansko prezračevanje je ključni segment varnosti ob požaru v predoru, zagotavljati mora ustrezen odvod dima in toplote iz predorske cevi. S tem se omogoča varen umik uporabnikov in izvedbo gašenja s strani gasilskih enot. Vetrovi, ki pihajo v smeri portala predora, pripomorejo k lažjemu prezračevanju ali ga zavirajo. Nekateri avtocestni predori v Sloveniji ležijo na območju z močnim vetrom. To so predori Kastelec, Dekani in novo zgrajeni Markovec. Na njihovem območju piha močan in zelo sunkovit veter, imenovan burja in deluje direktno v smeri portalov. Prav zato je bil za študijski primer raziskovanja obravnavan predor Kastelec ter burja s svojimi karakteristikami.

Namen raziskav, opisanih v članku, je bil opredeliti vpliv vetra s svojimi karakteristikami na vzdolžno prezračevanje v cestnih predorih. V sklopu raziskovanja sem se osredotočil na različne vetrovne lastnosti, saj vsi vetrovi niso enaki. Dosedanje raziskave, opredeljene v literaturi, so bile usmerjene predvsem na raziskovanje vpliva konstantnega vetra na prezračevanje predora. Ena od ključnih značilnosti določenih vetrov pa je sunkovitost. Sunkovitost vetra je lastnost, zaradi katere veter ne piha konstantno z enako hitrostjo, ampak se njegova hitrost bistveno spreminja v času tudi za 3- ali 4-kratnik povprečne hitrosti. Vpliv nestacionarnosti vetra na prezračevanje v predoru do sedaj ni bil podrobneje raziskan. Tako so v začetku članka opredeljene ključne karakteristike sunkovitega vetra, katere vplivajo na prezračevanja cestnega predora: periodika med sunki, jakost sunka in njegovo trajanje.

Za glavno metodo raziskovanja so bile uporabljene CFD-simulacije s programom NIST-FDS. V članku je za program FDS predstavljena sestava CFD-modela, ki vključuje opis vnosa sunka vetra v robne pogoje modela. Program omogoča vnašanje tlačnih robnih pogojev, ki se spreminjajo v času, zato je primeren za raziskovanje vpliva nestacionarnega vetra. Geometrija v simulaciji je bila povzeta po predoru Kastelec. Na podlagi številnih simulacij v sklopu raziskovanja je v članku predstavljenih ključnih 6 scenarijev, ki upoštevajo prej naštetih lastnosti sunkovitih vetrov in primerjavo dveh različnih jakosti požara v predoru, 10 in 15 MW. Rezultati scenarijev potrjujejo različen vpliv konstantnega in nestacionarnega vetra na prezračevanje v cestnem predoru. Zaradi kratkotrajnosti najvišje hitrosti vetra v času sunka je odvod dima iz predora lahko še vedno ustrezen, saj inercija hitrosti zraka v predoru premaguje vpliv vetra na portalu. Prav tako se je izkazalo, da je jakost požara pomemben dejavnik ustreznosti prezračevanja ob vetrovnih vplivih. Validacija teoretičnih CFD-scenarijev je bila izvedena z realnimi meritvami. Družba za avtoceste Republike Slovenije Dars d.d. izvaja na območju predora Kastelec meritve hitrosti vetra, istočasno pa meritve izvaja tudi v predorski cevi. Rezultati validacije kažejo na zelo dobro sestavljene teoretične CFD-modele. Razlika med teoretičnimi CFD-modeli in realnimi meritvami je do 5 %. To je zelo dober rezultat glede na številne predpostavke in poenostavitve pri izdelavi modelov (vetrovne karakteristike, koeficienti, izgube itd.).

V članku predstavljene ugotovitve dokazujejo, da je sunkovitost lastnost, ki jo je smiselno upoštevati pri načrtovanju in upravljanju prezračevanja predora. Zasnovan je pristop k raziskovanju vpliva nestacionarnih vetrov na prezračevanje cestnih predorov s CFD-simulacijskimi tehnikami z integracijo lastnosti vetrov v robne pogoje. Opisani so ključni vetrovni scenariji, ki jih je smiselno uporabiti pri izdelavi varnostnih analiz za požar v cestnem predoru. Izdelovalec varnostnih analiz bo lahko za določen predor izbral tiste scenarije, kateri so relevantni za določen primer vetra. Rezultati validacije kažejo na ustreznost programa FDS za raziskovanje te vrste problematike, istočasno pa, da je uporaba predstavljenih poenostavitev in približkov pri zasnovi CFD-modelov lahko popolnoma ustrežna.

Ključne besede: cestni predor, predor Kastelec, vzdolžno prezračevanje, vetrovi s sunki, veter burja, CFD-simulacije, program FDS