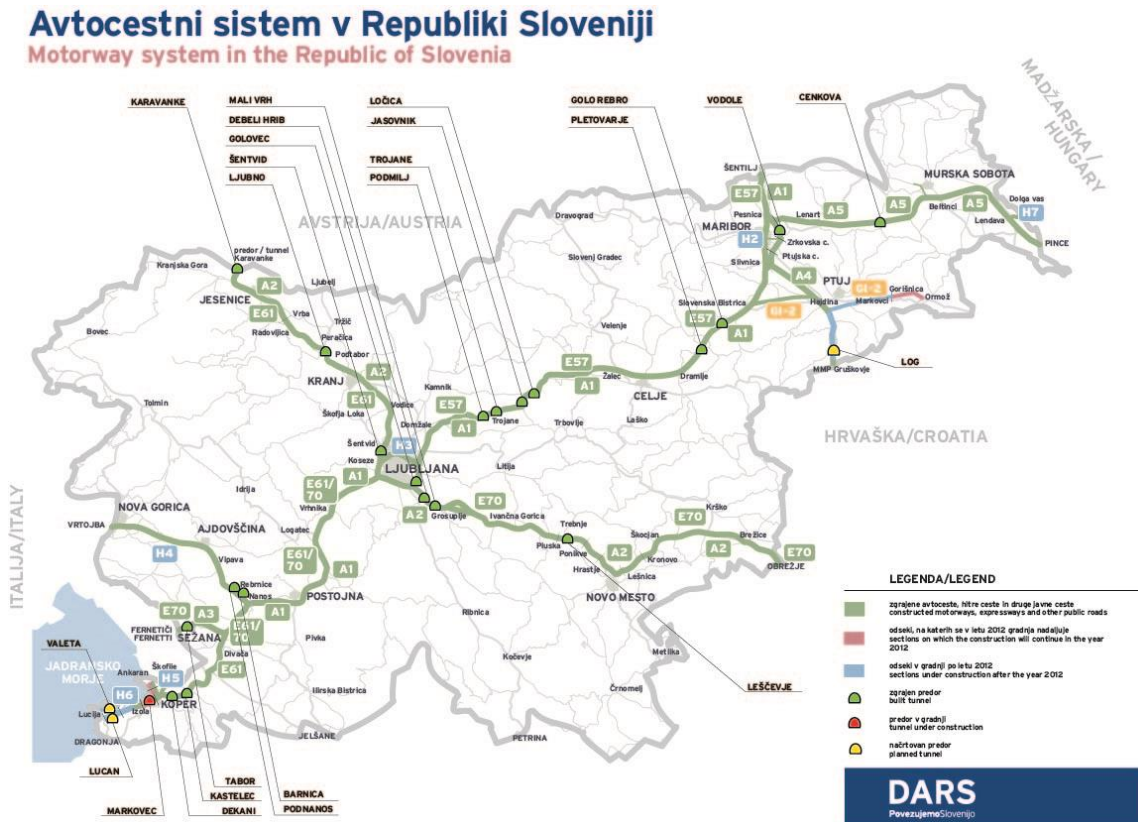


Varnost v cestnih predorih

dr. Aleš Suban

Z razvojem avtocestne mreže v Republiki Sloveniji je bilo za premostitev razgibanega geografskega terena zgrajeno večje število avtocestnih predorov. Varnost na področju cestnih predorov je v zadnjem desetletju zelo napredovala na več različnih področjih, kot so prometna signalizacija, nadzor prometa, aktivni in pasivni požarni sistemi, prezračevanje idr. V grobem lahko cestne predore razdelimo na tiste, v katerih promet poteka dvosmerno (npr. Karavanke, Ljubelj), in tiste, v katerih promet poteka enosmerno (AC-predori). Ker je slednjih na območju RS veliko in so po večini dolgi ter skoznje vsakodnevno potuje veliko število vozil, bodo njihove specifike predstavljene podrobneje. Tako se bo izraz predor v članku nanašal na enosmerne AC-predore, če ne bo drugače opredeljeno.

Predorov je na slovenski AC-mreži 45, skupne dolžine nekaj čez 42 km (slika 1). Najdaljši dvocevni avtocestni predor v Sloveniji pa je predor Trojane (2.931 m). Vsi novozgrajeni predori na našem ozemlju in v EU, ki so daljši od 500 m, morajo biti zgrajeni po EU Direktivi za predore, katera predpisuje obliko cevi, gradbene materiale, varnostne sisteme, evakuacijske in intervencijske poti ter nadzor in upravljanje predora. AC predori so večinoma dvopasovni, izjemoma pa imajo tri vozne pasove (Šentvid). Promet poteka v vsaki cevi samo v eni smeri.



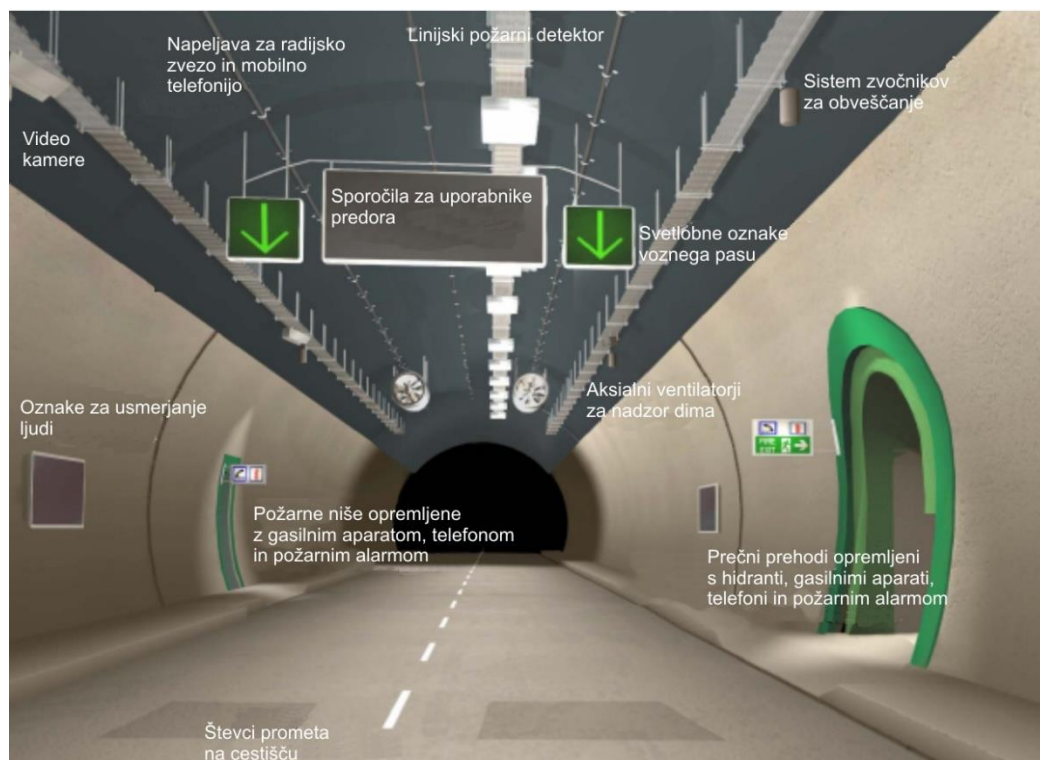
Slika 1 (vir: DARS)

V predorih, daljših od 1700 metrov so zgrajene odstavne niše za vozila. Širina voznega pasu v predoru mora znašati najmanj 3,5 metra. Dvocevni predori imajo izdelane medsebojne povezave med cevema s prečniki, ki služijo kot evakuacijska ter intervencijska pot za dostop posredovalcev. Tak prečnik med obema cevema mora biti v medsebojnih razdaljah največ 400 metrov. Pomemben je tudi vzdolžni naklon predora, ki lahko v primerih, kjer ni drugačne možnosti izgradnje zaradi geografskih pogojev, znaša največ 5 %. Kjer je vzdolžni naklon večji od 3 %, so potrebni dodatni varnostni ukrepi, zato se predore poskuša graditi z vzdolžnim naklonom, manjšim od 3 %. Vsi AC predori na slovenskem imajo naklon manjši od 3 %. S tem se zmanjša vpliv dimnika pri požaru, predvsem bolj obremenjena tovorna vozila pa ne izgubljajo ali zelo pridobivajo na hitrosti, s čimer se zmanjša nevarnost za nastanek prometne nesreče. Zahteve pri njihovi gradnji z vidika požarne varnosti se nanašajo na požarno odpornost elementov predora, ki morajo zdržati vsaj 90 minut (armiranobetonska konstrukcija REI 90, kanali za kable EI 90, vrata EICS 90). Dodatne zahteve vključujejo požarno prezračevanje, ki mora v primeru požara omogočiti varen umik ter učinkovito intervencijo z odvajanjem dima in toplote. Ker je promet v teh predorih ob rednem delovanju enosmeren, se kot primerni sistemi prezračevanja uporabljajo aksialni potisni ventilatorji. Ventilatorji morajo imeti temperaturno odpornost do 400°C.

Varnostne naprave v predoru

Pod izredne dogodke v predoru se smatrajo tisti dogodki, kateri nepričakovano zmotijo normalno obratovanje predora. Mednje spadajo vožnja v nasprotni smeri, prekoračena emisija dimnih plinov, slaba vidljivost, požari, okvare vozil ter zaustavljena vozila, izlivi nevarnih snovi, pojav živali v predoru, izpadi električne energije ali druge okvare na predorskih sistemih, prometne nesreče ter tudi meteorološki dejavniki, kot je npr. močan veter, ki vpliva na prezračevanje predora. Izredne razmere pa lahko povzročijo tudi naravne katastrofe ter terorizem. Kot je takoj jasno, tej dogodki ogrožajo uporabnike predora - voznike in potnike, povzročijo pa lahko tudi večjo materialno in ekonomsko škodo.

Zaradi specifičnosti predorov se lahko navidezno nedolžna nezgoda hitro spremeni v katastrofo. Zato so predori opremljeni večjim številom varnostnih sistemov in naprav, katere pomagajo preprečiti nastanek izrednega dogodka, ali pa poskušajo omiliti posledice le-tega. Oprema ter varnostni sistemi in naprave v predorih so: sistemi oskrbe z električno energijo, razsvetljava in prezračevanje predora, sistemi klica v sili, videonadzor in ozvočenje, sistem samodejnega zaznavanja izrednih dogodkov, predorske radijske naprave, oprema, naprave in sredstva za varstvo pred požarom, sistemi upravljanja prometa, omrežje za prenos podatkov ter centrale za upravljanje predora (Slika 2).



Slika 2 (vir DARS)

Vodenje, krmiljenje in nadzor teh sistemov opravlja DARS-ov nadzorni center (Slika 3), lahko pa se izvaja tudi na lokaciji samega predora v pogonski centrali pomožnim centrom. Nekaj od teh sistemov je smiselno predstaviti podrobneje, saj jih lahko ob izrednem dogodku uporabijo vsi, ki potujejo skozi predor oz. se lahko zanesejo nanje. Videonadzorni sistem omogoča nadzor dogajanja v predoru. Operaterjem omogoča ogled dogajanja na cestišču s pomočjo fiksnih in vrtljivih kamer. Kamere so povezane na video procesorje, računalnike, ki s pomočjo razpoznave slik in videa v nekaj sekundah zaznavajo izredne dogodke, kot so na primer stoječa vozila, vzvratna vožnja, predmete na cesti, pešce in tudi dim ob požaru ali meglo. Povezava z detekcijskim sistemom je izvedena na način, da se operaterju na zaslonih avtomatično prikaže območje, kjer je zaznan izredni dogodek. Sistem omogoča tudi izbor posameznih kamer ali niza kamer, kar se prikaže na več zaslonih v nadzornem centru.



Slika 3 (vir DARS)

Gasilni aparati za gašenje vseh vrst požarov so nameščeni po celotni dolžini predora v posebnih nišah (slika 4). Vsi vemo, čemu so namenjeni, malokdo pa ve, da ima vsaka niša gasilnega aparata v predorih vgrajen senzor, ki ob odprtju in dvigu gasilnega aparata sproži požarni alarm v predoru in direktno alarmira nadzorni center. Sočasno se sproži postopek zapiranja predora.

Tako se lahko oseba posveti gašenju požara z gasilnikom in ni potrebe iskati drugega načina za obvestilo o nastanku požara ali tudi druge nesreče v predoru. Videonadzor v nadzornem centru bo avtomatično preklopil na lokacijo dogodka, kjer je bil dvignjen gasilni aparat, operater pa bo sprožil protokol obveščanja in alarmira ustreznih služb ter postopke zaustavitve prometa. Še vedno pa je smiselno natančnejše podatke o nesreči, številu poškodovanih oseb ali drugi nevarnosti naknadno sporočiti telefonsko. Mobilno omrežje v predorih deluje normalno zaradi nameščenih ojačevalcev signala, lahko pa uporabimo tudi SOS telefonsko nišo (slika 4).



Slika 5 (vir DARS)

Sistemov za obveščanje voznikov in drugih uporabnikov predora je več. Pred portali predorov so nameščene info table (slika 5), katere voznike obveščajo o zaprtju predora ter o raznih drugih dogodkih, kot je npr. delo na cesti in omejitev hitrosti. Vozniki morajo biti vedno pozorni na informacije na tablah pred vstopom v predor! Pred predorom, kot tudi na določenih razdaljah po celotnem predoru, so nameščeni semaforji, ki voznike obveščajo ali je predorska cev v nadaljevanju odprta oz. ali je vožnja prepovedana (rdeča luč). Če se že vozite v predoru in naletite na rdečo luč na semaforju, se je treba zaustaviti. Predori so dolžite tudi nekaj kilometrov in nesreča ali požar se je lahko dogodil v nadaljevanju predora po tistem, ko ste vanj zapeljali. Če bi z vožnjo nadaljevali, bi lahko prišli v neposredno bližino požara, kar za vas predstavlja večjo nevarnost, ob enem pa bi gasilcem otežili dostop do lokacije. Sistem semaforjev je zasnovan tako, da v primeru, ko se nesreča zgodi za vašim vozilom, se bodo rdeče luči na semaforjih prižgale pred lokacijo nesreče v smeri vožnje, za nesrečo pa bodo gorele zelene luči, kar omogoči nemoteno zapustitev predora. Na



Slika 4 (vir DARS)

izredni dogodek v predoru pa voznike obveščajo tudi utripajoče rumene luči ter utripajoče talne luči na pločnikih. V primeru, da voznik opazi utripanje omenjenih luči, mora nameniti večjo pozornost na nastanek kakega dogodka. V obnovljenih predorih je opaziti tudi dodatne modre luči na pločnikih. Te so nameščene vsakih 100 m in služijo za določanje varnostne razdalje med vozili. Dodatno zvočno obveščanje voznikov ob nesreči v predoru je izvedeno direktno iz nadzornega centra preko zvočnikov v predoru ter radijskih frekvenc Val 202.

Obnašanje oseb ob izrednem dogodku v predoru

Uporabniki predora velikokrat sedijo v svojem vozilu ter čakajo nadaljnje informacije, saj niso seznanjeni, kako je treba ukrepati. Včasih mislijo, da je samo zastoj, zato čakajo, da se začne kolona pomikati. Pogosto je prisoten tudi strah. Poročilo požara v predoru Mont Blanc (1999) nam razkriva, da so bile nekatere žrtve, ki so umrle zaradi vpliva požara, še vedno pripete na sedežu v avtomobilu. Osebe, ki se umikajo na varno, se raje gibljejo vzdolž predora, namesto, da bi uporabili prečne zasilne izhode. S tem se čas samoreševanja podaljšuje, posredovalci pa morajo pričakovati, da se bodo osebe gibale po cestišču v smeri njihovega prihoda in je zato potrebna večja pazljivost. V mnogo primerih prihaja tudi do vzratne vožnje, ker se osebe želijo oddaljiti od požara. Takšen primer se je zgodil tudi ob požaru v predoru Trojane (2010), ko so se prav vsa vozila, vključno s tovornimi, ki so se ustavila pred mestom nesreče, vrnila v smeri vožnje proti vstopnemu portalu predora. S tem ogrožajo tako sebe kot gasilce in ostale reševalce, ki napredujejo v smeri izrednega dogodka. Na AC nikoli ne vozimo vzratno!

Tudi v primerih, ko osebe zapustijo svoje vozilo v predoru, ostane vozilo pogosto ustavljeno na prometnem pasu na tak način, da je prehod z intervencijskimi vozili otežen ali nemogoč. To se dogodi v večini primerov zaradi nepoznavanja pravilne postavitve, paničnega odziva ali strahu zaradi stresa ob izrednem dogodku. Večinoma vozniki s seboj vzamejo avtomobilske ključe, tako je premik vozil s strani posredovalcev otežen oz. pri tovornih vozilih nemogoč. Pri požarih v stanovanjskih objektih se velikokrat osebe umaknejo pred nevarnostjo npr. v omare, pod postelje ipd. Tudi v predorih so poznani primeri, ko so se osebe skrile pred požarom v hidrantne ali telefonske niše, kar lahko nudi zavetje ali samo daje občutek varnosti. V poročilu o požaru v predoru Tauern (1999) je zapisano, da so gasilci rešili 3 osebe iz predora, ki so se pred dimom in požarom zateleale v telefonsko nišo (celico). Osebe se lahko nahajajo tudi v vozilih, v katere se lahko zatečejo pred vplivi požara.

Uporabniki večinoma tudi ne poznajo pravih postopkov umika iz predora, delovanja predorskih sistemov in protokola operaterjev v nadzornem centru ob nesreči ali požaru. Ob nesreči oz. požaru na določenem mestu v predoru, se najprej zaustavi promet od vhodnega portala v predor do lokacije dogodka, od točke nesreče naprej pa je promet še vedno sproščen, da vozila za nesrečo odpeljejo iz predora. Sočasno se v celoti zaustavi tudi promet v sosednji predorski cevi. To se izvede iz dveh namenov, in sicer, da se lahko uporabniki predora preko prečnikov evakuirajo iz ogrožene cevi v sosednjo neprizadeto cev in pri tem niso ogroženi zaradi prometa ter, da se omogoči intervencijskim službam nemoten dostop in delo v neprizadeti cevi.

Vozniki morajo svoja vozila zaustaviti skrajno levo in desno na vozišču, da se po sredini cestišča omogoči vožnja intervencijskih vozil. Pomembna je še ena stvar, da se ob zapuščanju vozila pustijo ključe v vozilu. Tako lahko vozila gasilci in druge službe po potrebi premaknejo. O prezračevanju v primeru požara bomo govorili v enem od prihodnjih člankov. Glede umika pa je potrebno vedeti, da prezračevanje v naših enosmernih predorih poteka vzdolžno v smeri

vožnje in v tej smeri se odvaja ves dim in toplota požara. Zato se v primeru evakuacije ob požaru peš umikamo ob robu cestišča v nasprotni smeri vožnje do najbližjega prečnika in nato v sosednjo predorsko cev (slika 6).

Na spletni strani Družbe za avtoceste Republike Slovenije (DARS-a) je objavljena brošura **Varno skozi predor**, v kateri so objavljeni napotki ob izrednih dogodkih v predoru in katere bi morali poznati vsi vozniki.



Slika 6 (vir DARS)

Viri:

1. Suban, A. (2012). Analize za podporo intervenciji ob požaru v cestnem predoru. Portorož: UL FPP.
2. Petelin, S., et. al. (2005). Raziskovalna razvojna naloga s področja požarne varnosti: Uspešnost intervencije v predorih. Ljubljana: MO RS, URSZR.
3. www.dars.si