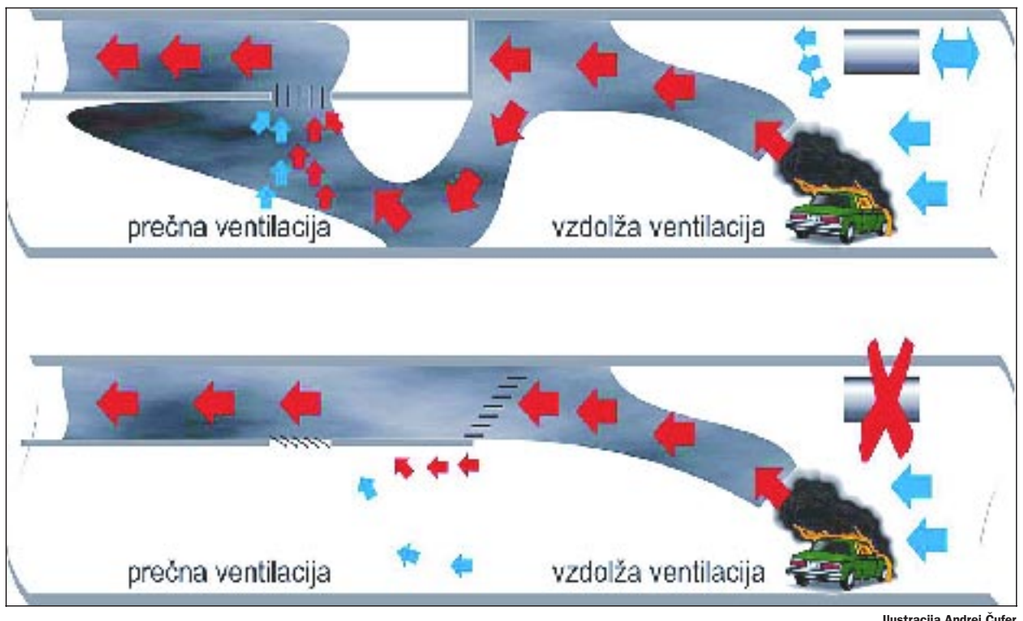
Kako (ne)varni so predori?

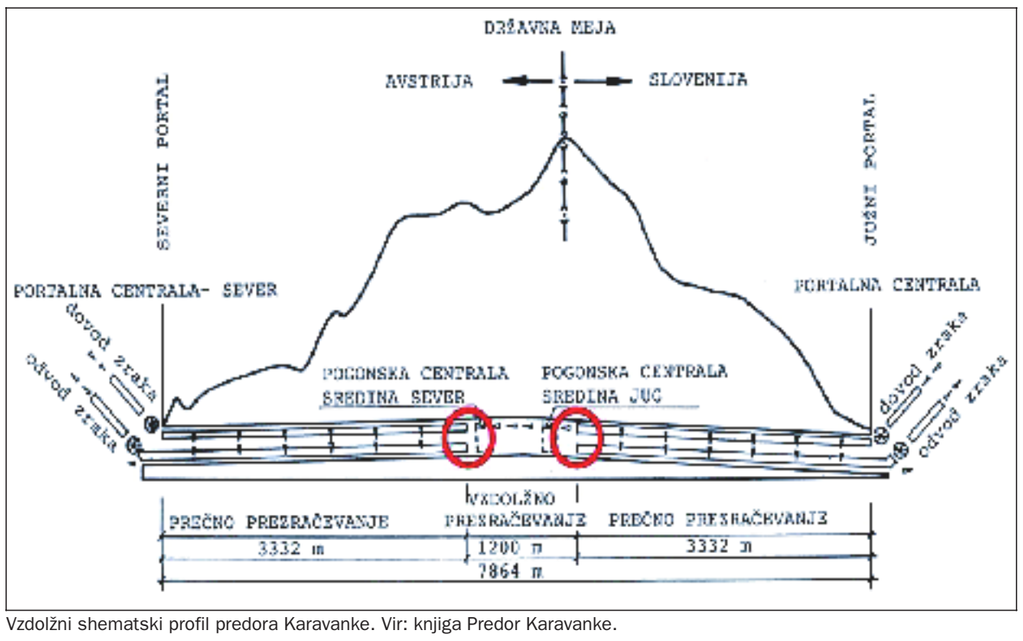
Zastareli varnostni sistemi ogrožajo življenja

V Evropi je v uporabi približno 7000 km predorov (cestnih, železniških in predorov podzemnih železnic), v naslednjih petnajstih letih pa pričakujemo še 2100 km novih. Kljub temu so po evropskih državah predpisi za predore še vedno različni, na primer za tipe ventilacijskih sistemov, inštalacijo luči, oddaljenost med prehodi pri dvocevnih predorih. Poenotenje zakonodaje je nuja, saj bomo le tako povečali varnost. Še posebno zato, ker so zaradi novih načinov graditve predori vedno daljši. V Švici gradijo predor dolžine 57 km. Načrtujejo take, ki bodo povezovali otoke, ožine in celine. Z njihovo dolžino pa naraščajo tudi nevarnost in posledice ob morebitni katastrofi.



Ilustracija Andrej Čufer

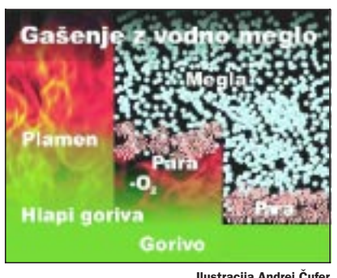
Požarna ventilacija v Karavankah po izboljšavi. Na steni, ki zapira spuščeni strop, bi bilo treba namestiti lopute, prečno ventilacijo pa predelati tako, da bi ob povečani zadimljenosti lahko odvajala dvakrat več dima kot danes. S tem bi zmanjšali dotok svežega zraka do mesta požara in odvedli več dima.



Vzdolžni shematski profil predora Karavanke. Vir: knjiga Predor Karavanke.

Ilustracija Andrej Čufer

Gašenje z vodo, ki povzroči razlitje tekočih goriv in parno eksplozijo.



Ilustracija Andrej Čufer

Gašenje z vodno meglo, ki tvori plast vodne pare nad gorečo snovjo in tako izolira gorivo od oksidanta.

Predori so nekoliko varnejši od preostalih cestnih površin, saj na stanje v njih vreme ne vpliva (sneg, dež, led, veter), osvetljeni so in v njih veljajo omejitve hitrosti. Železniški predori so načelno bolj varni kot cestni, kjer sta lahko vsak voznik in vozilo potencialna povzročitelja nesreče.

Letošnja serija nesreč in požarov v predorih, na primer Baltimore, ZDA (požar na vlaku v predoru), nato serija 15 nesreč in dveh požarov v avstrijskih predorih ter objava rezultatov preiskave nesreče v Kaprunu, je med nami ponovno sprožila vprašanje: kako (ne)varni so predori?

Nesreče v predorih niso novost. Vznemirljiv podatek je na primer, da je bil v hamburškem predoru Elbe med letoma 1990 in 1999 povprečno po en požar na mesec. Na srečo se požar ne razširi vedno na več vozil. V Hamburgu gre zahvala tudi dežurni gasilni ekipi, ki je dan in noč locirana ob predoru.

Vzrok za naglo naraščanje katastrofalnih nesreč v predorih je povečanje prometa in še posebno povečanje deleža tovornih vozil, ki so počasnejša, izločajo bistveno več strupenih plinov in saj, medtem ko njihov tovor predstavlja potencialno večjo požarno obremenitev. Moč požara osebnega vozila znaša 3,5–5 MW, če požar zajame tovornjak, pa lahko presega tudi 100 MW.

V predoru Mt. Blanc je bilo od odprtja leta 1966 17 požarov tovornih vozil, ki pa se na srečo niso razširili v katastrofo, kot se je zgodilo v zadnji nesreči 24. marca 1999.

Z označbo nevarni tovor so poskušali zmanjšati nevarnost v predorih. Posledice nesreč pa kažejo, da obstajajo samo nevarni in zelo nevarni tovori. Sámo vozilo z gorivom (nafta, bencin, plin), gumo, plastičnimi deli (ob gorenju izhajajo cianidi), kislino v akumulatorju in aluminijastimi zlitinami je nevarno v primeru ognja. Ob požaru so vsa vozila zelo nevarna, če je na njih še tovor, ki je lahko izredno velika požarna obremenitev, pa še toliko bolj. Požari tovornjakov ali vlakov lahko trajajo tudi več dni in popolnoma uničijo konstrukcijo predora.

Nevarnost in posledica požarov v predorih

Raziskovalni projekt EUREKA je leta 1992 na Norveškem pojasnil, kako zelo nevarni so požari v predorih. Na testu so izvedli številne požare različno velikih vozil in pri tem merili njihovo moč, hitrost gibanja dima, vidljivost.

Požar povzroči visoke temperature, sevanje vročine, nizko koncentracijo kisika, slabo vidljivost in različne toksične in korozivne pline. Vse to je nevarno za ljudi, konstrukcijo, opremo in za vozila. Ob večjem ognju vroči dimni plini sevajo in povzročijo tako imenovani preskok ognja (Flash over), ki se zgodi že med 7. in 10. minuto po začetku gorenja med tipičnimi vozili. Prav v tem času se (še) da uspešno gasiti začeti požar. Pozneje je dostop v predor ob večjih požarih pravzaprav onemogočen zaradi visokih temperatur in velikih količin dimnih plinov.

Način posredovanja gasilcev

V Berlinski podzemni železnici so na podlagi preizkusa ugotavljali gibanje in hitrost gasilcev s polno zaščitno opremo v primeru nesreče v predoru. Iste podatke so preverili tudi v Avstriji, v Gradcu, in jih potrdili. Za 100 m poti porabi gasilec: za hojo 5 minut, za polaganje cevi 10 minut in za reševanje ljudi 15 minut.

Gasilci nosijo s seboj jeklenko, ki jim omogoča dihanje do 25 minut, vendar se ob izredni vročini in telesnih naporih poraba zraka lahko še poveča. To pa seveda ni dovolj, da bi uspešno gasili tri ali več kilometrov daleč, na primer v karavanškem predoru. Izkušnje z večjimi požari v predorih kažejo, da se gasilcem največkrat sploh ni uspelo približati požaru zaradi močnega vročinskega sevanja in dima.

Varnostni standardi

Poti pobega – Dvoličnost varnostnih standardov se pokaže v razliki med standardi za javne zgradbe in predori, ki sicer morda sodijo k »nizkim gradnjam«, toda ko zaradi zastoja v predoru izstopimo iz vozila, je predor »zgradba brez zasilnih izhodov«. Izhodi na prosto so v njem lahko oddaljeni od 100 m do sedem km in več. Javne zgradbe pa morajo po standardih zagotavljati možnost pobega na vsakih 40 m (požarne stopnice). Javne zgradbe (šole, hoteli, bolnišnice, dvorane) morajo biti v požarno ozaveščenih državah opremljene z vgrajenimi avtomatskimi gasilnimi sistemi (šprinklerji). Vendar je zakonsko sistem šprinklerjev za predore obvezujoč samo na Japonskem.

Sprememba standarda, ki bo prišel v dokumentacijo (šele) konec tega leta, bo v Nemčiji zahtevala nove poti pobega v predorih, kar lahko povzroči konstrukcijske spremembe. Potrebna bo izdelava načrta, v katerem bo planirana in vodena evakuacija ter celoten postopek v primeru nesreče. Vsak predor bo moral vsebovati poseben evakuacijski načrt.

Detekcija požara – Slabost vseh avtomatskih sistemov za zaznavo požara je, da ogenj bolj ali manj natančno zaznajo šele, ko je že zagorel. Mnogokrat pa manjši zastoj prometa šele pozneje povzroči nalet in požar. Zato so sistemi, ki bi detektirali zastoje prometa in o tem takoj obvestili preostale voznike v predoru, lahko bolj učinkoviti.

Požar v predoru je mogoče zaznati z različnimi avtomatskimi javljalniki.

Gasilni aparati in hidranti – Daljši evropski bolje opremljeni predori imajo ročne gasilne aparate in nekateri tudi vodne hidrante. Slaba lastnost gasilnih aparatov je, da so omejeni s količino gasilnega polnila in po izkušnjah z vaj ob nestrokovnem ravnanju zato niso več kos razširjenemu požaru.

Veliko teh hidrantov (tudi pri nas) je bilo projektiranih kot »tip suhega hidranta« in bi se napolnili šele ob potrebi. Polnjenje traja vsaj 30 minut. V številnih predorih so omarice hidrantov v predoru celo zaprte s posebnimi ključi ...

Paradoks tega varnostnega elementa – uporabe hidranta (velja tudi za šprinkler) – pa je, da je gašenje vozila, v katerem so tekoča goriva in aluminijeve zlitine, s curkom vode iz hidrantne cevi nevarno in pogasitev nemogoča, kajti pri tem se požar razširi in nastane eksplozija.

Ventilacija – Kaminski učinek je bil strokovnjakom znan že vrsto let, v praksi pa se je pokazal nevaren v minulih nesrečah, najbolj v Kaprunu.

Hitrost naravne ventilacije v alpskih predorih dosega ob določenih vremenskih razmerah (zaradi razlike tlakov) celo več kot 10 m/s (36 km/h). Dejstvo pa je, da že ob čisto običajni hitrosti prezračevanja v predoru pri hitrosti zraka 2,5 m/s (9 km/h) velika večina potnikov ne bi mogla pobegniti strupenemu dimu.

Strateški evakuacijski načrt – Novi predpisi predvidevajo posebne načrte za izredne dogodke, kjer so natančno opisani postopek, odgovorne osebe in institucije za vse vrste nesreč. Smernice z novimi predpisi bodo pripravljene za EU do konca leta 2001.

Kakšni bodo novi predori po Evropi?

Po katastrofalnih nesrečah je bilo v Evropi do nedavnega – razen nekaj reševalnih vaj, pogostejšega čiščenja predorov in izboljšane razsvetljave – storjenega bore malo. Še huje, med nekaterimi najnovejšimi predori smo opazili celo velike varnostne pomankljivosti, ki jih bo treba kar najhitreje odpraviti.

Avstrija – Najobičajnejši način je prečna ventilacija s spuščenim stropom. V veliko predorih je ventilacija še vedno namenjena zgolj rednemu obratovanju, ne pa požarni ventilaciji. V primeru požara namreč v nekaterih predorih dodatno vpihovanje čistega zraka pospeši gorenje.

Po nesreči v Turskem predoru so v en kanal nad enim voziščem (samo polovica vzdolžno) v spuščeni strop predora izrezali večje odprtine za odvod dima in vanje vgradili lopute za kontrolirano zračenje. Lopute premika oljna hidravlika. Preiskava je pokazala, da je prav oljna hidravlika povzročila katastrofo v Kaprunu. Že majhna netesnost napeljave, ki poteka vzdolž predora, lahko povzroči oljni aerosol, ki ga lahko zaneti iskra (mimo vozeče vozilo, odvržen cigaretni ogorek).

Zavzemajo se za dodatno gradnjo druge cevi ob vseh enocevnih predorih, kar je velika finančna investicija in politična tema. Avstrija bo za dograditev druge cevi predorov povišala ceno vinjet za avtoceste in cestnine za tovorna vozila. Dograditev bo prav tako razredčila promet. A v dvocevnih predorih so hitrosti vožnje večje in zaradi menjavanja voznih pasov se dogajajo številne nesreče. Po statistiki iz predorov v Hamburgu so v dvocevnih predorih vse pogostejše. Po zastoju ali nesreči se izredno hitro napolnita oba vozna, istosmerna pasova in pobeg je izredno težaven.

Italija – Sodi med države z največ predori. Dosledno uporabljajo odprt profil brez spuščenih stropov in predori običajno nimajo pločnikov. Nekateri so že zelo stari in njihov notranji betonski plašč je dodobra načet.

Na nedavnem kongresu ITA (International Tunneling Association) v Milanu so predstavili nov dvocevni predor. Ta ima obe cevi podaljšani ob vhodu v predor s kovinsko konstrukcijo, ki je prekrita z akrilnim steklom (pri nas znanim kot pleksi steklo). Namen v podaljšanju predora je doseči različne dolžine predorskih cevi, da se izpušni zrak, ki izhaja iz ene cevi ne bi mešal s svežim zrakom, ki vstopa v sosednjo cev. Namen je dosežen, vprašanje pa je, kaj se lahko zgodi pod več kot 150 m dolgim prozornim predorom, če pod njim ali na začetku pravega predora izbruhne požar. Akrilno steklo je zelo gorljivo. Pričakovati je, da bi dimni plini, ki v požarih v predorih dosegajo tudi 1400 stopinj C, zelo hitro ogreli podaljšek predora, ta bi zagorel, reševanja v takih razmerah pa naj niti ne omenjamo.

V Milanu so predstavili tudi projekt enega največjih predorov in zanj zbirajo investitorje. Namen je povezati dve najbolj razviti dolini v Evropi – padsko in rensko. Predor bo imel tri cevi, dve prometni s premerom več kot 20 m in eno sredinsko, servisno. V vsaki bosta potekala dva vzporedna železniška tira in kar štiri vzporedne ceste za avtomobilski promet, vse v isto smer.

Francija – Pariška podzemna železnica je odprla nov odsek. Povezovalni predori med postajo in površjem so bistveno večji, kot smo jih sicer navajeni iz pariškega metroja. Predori za pešce so izvedeni kot cev, v surovem betonu s prečnim lesenim pohodnim mostom, ki deli betonsko cev na zgornjo in spodnjo za različni smeri hoje.

Kljub prizadevanju, da bi izsledili požarne detektorje, hidrante ali vsaj ročne gasilne aparate med hojo po podzemnem labirintu, nam ni uspelo najti ničesar od omenjenega. Mogoče je, da so ob gradnji pozabili na nevarnost požara ali pa uporabljajo tako lepo zamaskirane gasilne sisteme, da jih nismo opazili.

V zadnjem času so izredno veliko varnostno tveganje v Evrotunnelu med Veliko Britanijo in Francijo, ki je eden največjih in najbolj modernih predorov na svetu, begunci. Številni poskušajo skozenj ilegalno imigrirati v Veliko Britanijo.

Za letošnjo jesen napovedujejo ponovno odprtje predora Mt. Blanc, kjer so uredili možnost pobega po stopnicah pod cestišče predora v ozek prezračevalni kanal.

Norveška – Norvežani so v zadnjem času znani kot cenjeni graditelji predorov. Na Norveškem, kjer promet ni tako gost, so v uporabi predvsem enocevni predori. V lani odprtem najdaljšem (24,5 km) uporabljajo posebne luči, da popestrijo monotonost notranjosti dolgega predora in s tem pomagajo voznikom ostati budni in skoncentrirani. Vendar zaradi dolžine predora seveda ne morejo zagotoviti dovolj čistega zraka z vhodov in so bili prisiljeni vgraditi posebne oglene filtre, ki v predoru filtrirajo škodljive snovi. Filtre sestavlja droben oglen prah – ki pa je velika potencialna požarna obremenitev ob morebitnem požaru.

Na temo varnosti v predorih je bilo v preteklih mesecih veliko konferenc; v Madridu, nato v Hamburgu, Milanu in Parizu. Najbolj izčrpna in v celoti posvečena varnosti v predorih je bila konferenca o varnosti v predorih v Hamburgu konec letošnjega maja. Predstavljeni so bili koncepti, vizije in smernice varnosti novih predorov ter moderniziranje obstoječih v Nemčiji, Avstriji, Švici, na Švedskem, Norveškem, Nizozemskem, Japonskem in v Ameriki. Iz Slovenije je OrbiPark inženiring biro d. o. o. predstavil nov celovit koncept za varnost v predorih, imenovan SafeTUNNEL (varen predor). Osrednja ugotovitev v Hamburgu je bila, da so varnostni koncepti, ki so v uporabi danes, zastareli. Zato bodo investicije v posodobitev nujne. Glede na zdajšnje razmere pa je aktualno sporočilo oziroma nasvet (izrečen v Hamburgu): »V primeru požara v predoru takoj zapustite avtomobil in se čim hitreje odpravite do najbližjega izhoda!«

Švica – V Švici zdaj gradijo 57 km dolg železniški predor, v gradnji so še številni krajši. V Hagerbachu pripravljajo evropski preizkus novih varnostnih sistemov za predore. Tam je podzemna galerija, ki jo nekateri imenujejo tudi »predorski laboratorij«.

Hrvaška – V predoru Učka je sistem za ventilacijo vzdolžen in smer ventiliranja ni reverzibilna. Ob domnevi, da požar nastane pri vhodu, kjer vstopa zrak, bi ventilatorji, ki so nameščeni vzdolž predorske cevi, dim porinili po vsej dolžini predora. Vprašanje je, ali bo operater v primeru nesreče pooblaščen in dovolj priseben, da bo izklopil ventilacijo in raje prepustil vetru, da odpiha dim proti bližjemu vhodu/izhodu.

Na Hrvaškem zdaj gradijo številne krajše predore in 6 km dolg predor Sv. Rok, v katerem je načrtovana vzdolžna ventilacija, ki absolutno ni primerna za tako dolge predore.

V preteklosti so bili predori že izpostavljeni terorističnim napadom. Tretjega novembra 1982 je v Afganistanu v 2,7 km dolgem predoru Salang, severno od Kabula, konvoj ruskih vojaških tovornjakov zajel ogenj. V dimu se je zadušilo in zgorelo več kot 700 ljudi; po nekaterih podatkih celo več kot 2000.
Tudi pri nesrečah v Evrotunnelu 18. decembra 1996 in pod Mt. Blancom 24. marca 1999 ni izključen napad teroristov, saj je bilo v preiskavi dokazano, da je požar nastal na vozilih že pred vstopom v predor.
V nesrečah, ki se zgodijo v predorih, so žrtve številne, velikanska pa je tudi gmotna škoda zaradi prometnih zastojev, izpada dohodka in obnove:
– Evrotunnel 1.200.000.000 mark;
– Mt. Blanc do zdaj vsaj 1.500.000.000 mark; predor je zaprt že tretje leto;
– predor Taueren je bil zaradi obnove zaprt tri mesece, izguba in obnova 70.000.000 mark;
– Kaprun; vložena odškodninska tožba za 5.580.000.000 mark.

Grozljiva nesreča v Kaprunu, ko je 155 smučarjev zgorelo v predoru tirne vzpenjače, je še eno opozorilo tudi za načrtovalce predorov in predvsem za namestitev varnostnih sistemov. Zanimivo je, da večina predorov na svetu ni zavarovanih. To verjetno pomeni, da so v lasti države, ki si prihrani denar za zavarovanje ali pa so objekti tako dragi, da se jih preprosto ne splača zavarovati, ker bi bile premije previsoke, hkrati pa do zdaj ni bilo tako velikih nesreč.

Nemčija – Nemčija bo v naslednjem letu v varnost cestnih in železniških predorov investirala 60 milijonov mark in skušala izboljšati osvetlitev predorov, videonadzor ... V primerjavi z Italijo, Švico in Avstrijo ima sorazmerno malo cestnih predorov. Vendar je predor v Hamburgu najbolj prometen v Evropi; štiricevni predor dolžine približno tri km, osem prometnih pasov in s povprečnim letnim prometom, ki že presega 140 milijonov vozil.

Zaradi naraščajočega števila požarov so v zadnjih letih začeli v predore vgrajevati posebne negorljive izolacijske plošče, ki pri manjših požarih zaščitijo nosilno konstrukcijo in omogočajo hitrejšo obnovo. Žal pa taka termična izolacija ne poveča tudi varnosti za potnike.

Slovenija – Vsi predori na avtocestah bodo zgrajeni kot dvocevni. Slovenija ima lepo vzdrževane in svetle (svetle stene in velike odsevne ploskve) predore. Že vrsto let tečejo pogovori o graditvi vadbenega predora na Igu. Že nekaj let zbira sredstva in dobavitelje za specialna gasilna vozila, ki naj bi imela najboljšo gasilno opremo in bodo primerna za posredovanje na avtocestah in morda tudi v predorih.

Cevi hidrantnega omrežja v obstoječih predorih med Celjem in Mariborom so bile več let prazne. Med vajo so ugotovili, da je treba za začetek gašenja v predoru napolniti osem kubičnih metrov vode, kar bi pomenilo, da morajo na kraj nesreče priti vsaj tri gasilska vozila. Za primer: gasilci potrebujejo na Jesenicah, kjer je poklicna brigada v stalni pripravljenosti, do južnega predorskega portala Karavanke 12–15 minut ob normalnem pretoku prometa. Pri drugih predorih pa bo čas bistveno daljši.

V predorih je bilo tudi nekaj gasilskih vaj. Med njimi lani republiška na Ljubelju. Vendar žal brez aktivnega sodelovanja avstrijske strani. Gasilci so čakali na znak za začetek vaje na tretjem ovinku pred predorom, kar seveda ni realen reakcijski čas.

Občutljivi so predori na državnih in jezikovnih mejah, kot na primer ljubeljski in karavanški predor, kjer je treba ob morebitni nesreči uskladiti delovanje dveh držav, vseh njihovih služb in tudi frekvenc. To se je izkazalo za oviro pri obeh požarih v predoru med Veliko Britanijo in Francijo in pod Mt. Blancom med Francijo in Italijo.

Slovenija projektira in gradi približno 53 km novih predorov, od tega približno 20 km železniških proti Kopru. Železniški predori bodo dolgi tudi več kot šest km.

V avtocestnih predorih na primorski avtocesti, ki bodo dolgi nekaj več kot dva km, bo poševni nagib tudi 2,5-odstoten, kar pomeni tudi več izpušnih plinov. Projektanti so predvideli sistem vzdolžnega naravnega prezračevanja, ki ga bo poganjal batni učinek prometa.

V predoru Karavanke je izvedena kombinirana ventilacija na začetkih prečno, v sredini pa vzdolžno. Srednji del, ki je dolg 1200 m, nima vertikalnega jaška, kot je na primer v predoru Taueren. Zato bi že ob manjšem požaru v sredini predora nastala težava, kam odvajati dimne pline ... Dim bi na poti proti izhodu zadel ob steno spuščenega stropa in se strmo spustil na cestišče in posledica tega bi bilo kreiranje dimne pasti. Projektant ventilacije žal ni predvidel požarov, kot jih poznamo danes, zato bi morali razmišljati o posodobitvah predora Karavanke, še posebno ob povečanju obsega tovornega prometa s ponovnim normaliziranjem razmer na Balkanu.

Nov varnostni koncept

V Sloveniji sem s sodelavci izvedel prvi preizkus gašenja z vodno meglo v predoru na Javorniku že leta 1997. Minule katastrofe pa so nas spodbudile k razmišljanju in kreiranju celovitega koncepta varnih predorov SafeTUNNEL. V predorih, ki so izrednega strateškega pomena, je treba izboljšati: signalizacijo in obveščanje, avtomatizirati nadzor, inštalirati avtomatske sisteme za gašenje, ki omejijo požar, ter izboljšati ventilacijske sisteme, ki morajo biti zasnovani tudi za primer požara.

Koncept je ekonomsko opravičljiv in ga je mogoče vgraditi v obstoječe in tudi nove predore. Taka investicija bi se v primerjavi z enim metrom predora, katerega graditev stane od 30.000 do 120.000 mark (odvisno od dolžine, opreme, geoloških razmer in tehnologije izdelave), gibala v nekaj promilih od investicije.

SafeTUNNEL je integriran sistem varnosti v predorih. Najprej vključuje boljšo signalizacijo (SafeSIGNAL): diodno osvetlitev cestišča, stikalo v sili, alarmno signalizacijo in označevanje smeri pobega.

Po analizi strokovnjakov ADAC je večina evropskih predorov nezadostno in nepravilno osvetljenih. Če se vam pokvari vozilo in ostanete na cestišču v predoru, je vaše vozilo potencialno nevarno za nalet vozil. Če zapustite vozilo in se odpravite do telefonske niše, je prva težava njena oddaljenost, hrupno okolje in težko sporazumevanje z operaterjem. Po testih ADAC je velika ovira lahko tudi jezik.

Vse to rešuje SafeSIGNAL, kovinski žleb, pritrjen na steno predora, v katerem so posebne diodne svetilke. V normalnem obratovanju pomaga voznikom bolje razpoznati rob cestišča kakor mačja očesa. V trenutku nevarnosti v predoru (okvara vozila) voznik pritisne na telo svetila SafeSIGNAL in sproži alarm. V kontrolni sobi je tako na 10 m natančno določena točka v predoru, ki jo je treba nadzirati. V predoru se takoj sproži tudi posebna opozorilna osvetlitev, ki preostale voznike v predoru opozori na nevarnost. Pozneje lahko operater dodatno spreminja način osvetlitve in tako usmerja evakuacijo potnikov do najbližjih prehodov v sosednjo cev ali proti izhodu. SafeSIGNAL lahko s stroboskopskim efektom opozarja tudi na primerno hitrost vožnje.

Naslednji del varnostnega sistema je SafeVIDEO, ki omogoča digitalni prenos, analizo in digitalno arhiviranje slike.

V predoru Karavanke imajo nameščenih 64 kamer, ki pa jih starejša tehnologija prenosa slike ne more hkrati posredovati v kontrolno sobo (hkrati lahko pregledujejo samo pet kamer – monitorjev.

Zato smo z **dr. Trdićem** pričeli razvijati programsko aplikacijo, ki bi ob nadgraditvi sistema prenosa z modernejšim digitalnim omogočala avtomatsko zaznavanje ustavljanja vozil, pojavljanja dima ali plamena v predoru s pomočjo avtomatske analize slik na vseh kamerah sočasno. Nov način prenosa slike bi bila zelo dobrodošla pomoč operaterjem predora.

SafeFOG omogoča gašenje v predoru in čiščenje smoga med običajnim obratovanjem. Za gašenje v predoru smo izbrali vodo v obliki vodne megle, ki uspešno nadomešča prepovedane halonske gasilne sisteme in se je že zelo uspešno uveljavila v zahtevnih standardih za gašenje v jedrskih podmornicah, na ladjah, v termoelektrarnah. Vodna megla ima to prednost, da z njo brez težav gasimo električne napeljave, tekoča goriva, poleg tega pa poraba vode znaša le okrog 10 odstotkov od količine, ki jo porabijo pri običajnem gašenju z vodo.

V predoru poteka visokotlačna napeljava, ki jo napaja visokotlačna črpalka, ki jo žene turbodizelski motor. Na glavnem vodu so v razmaku 16 m nameščene posebne šobe. Ko operater ugotovi, da je v predoru zagorelo, aktivira sistem gašenja. Fine kapljice izolirajo požar in prečijo njegovo širjenje. Megla nastaja v sredini predora in se po njegovih stenah spusti pod vozilo. Tako izkoristi dinamiko požara, ki sam vsrka meglo, in s tem se poveča gasilno delovanje vodne megle. Ta ima lastnost, da se fine kapljice kondenzirajo na delcih in tako zelo učinkovito očistijo smog ali dimne pline iz zraka. Lahko se uporablja tudi za čiščenje in vlaženje predora ob povečanem prometu. Kot zanimivost povejmo, da v Singapurju razvijajo tudi sisteme za gašenje visokih zgradb. Kot je pokazal nedavni napad na stolpnici WTC v New Yorku, sta zgradbi kljubovali horizontalni sili letala, porušili pa sta se predvsem zaradi obsežnega požara, ki je »zmehčal« železno konstrukcijo ...

Četrti del integralnega varnostnega sistema je SafeVENT, ki je natančno lokalizirana visoko zmogljiva ventilacija v predoru. Pri tem sistemu se prav tako uporablja spuščen strop, ki je obešen na svod predora in tvori nad voziščem tri vzdolžne kanale. V vseh kanalih so lopute na razdalji 50 ali 100 m, ki jih premika vodna hidravlika. Taka izvedba ventilacije omogoča tudi segmentno zračenje.

Ob običajnem delovanju srednji kanal dovaja svež zrak, stranska pa odvajata izpušne pline; sistem deluje proti obema vhodoma v predor. Ob požaru se na vsaki strani predora po trije ventilatorji obrnejo v smer sesanja in zapro se vse lopute v predoru, razen loput pred in za požarom. Takšno ventiliranje oblikuje zračne zavese (podobno kot pri vstopu v trgovske hiše), dim tako ostaja za zračno zaveso. Hkrati je tudi dovod svežega zraka do požara manjši in ogenj se zato počasneje širi. Količina odsesanega dima z novim načinom ventilacije je vsaj dvakrat večja.

To ventilacijo je mogoče uporabljati v enosmernih in v dvosmernih predorih.

Promet se povečuje, predori pa ...

Stanje tehnike varnostnih sistemov v predorih je na tehnološki ravni, kakršno smo poznali 5 do 10 let pred dograditvijo predorov, v času, ko so jih načrtovali.

Od takrat se je povečal promet, številni predori pa so se postarali. Vozila so medtem doživela številne tehnološke izboljšave in spremembe. Če so bila pred 30 leti pretežno iz kovine, je danes v njih vse več plastike. Najbolj pa je v tem času narasel tovorni promet, ki je največja nevarnost. Zato obstoječi in novi predori nujno potrebujejo nove varnostne sisteme.

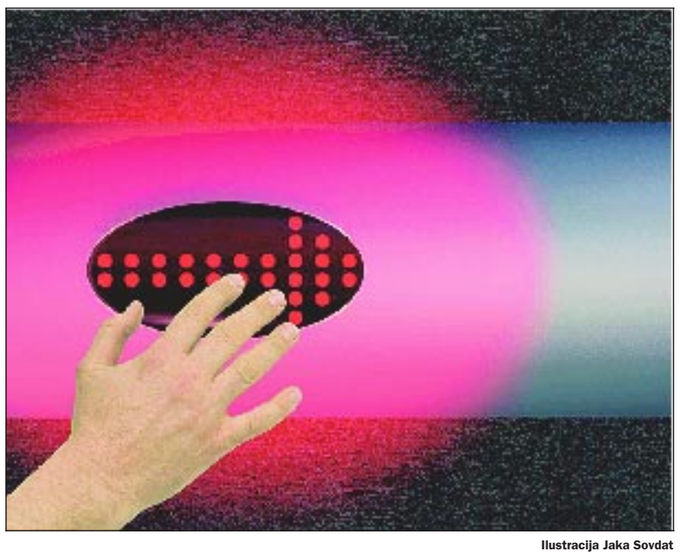
Andrej Čufer

Video Samo Finžgar

Eksplozije aluminijevih zlitin pri gašenju z vodnim curkom. Ogenj gori z 800 stopinjami C, bele iskre eksplozije pa dosegajo 3000 stopinj C.

Video Andrej Čufer

Delovanje gasilne šobe SafeFOG, ki je razvita v Sloveniji. Ena sama šoba pokrije krog s premerom 18 m ali površino z več kot 250 kvadratnimi metri; poraba vode je 220 l/min.



Ilustracija Jaka Sovdat

SafeSIGNAL, sprožitev alarma.