



B&B  
VIŠJA STROKOVNA ŠOLA

Diplomsko delo višješolskega strokovnega študija  
Program: Logistično inženirstvo  
Modul: Poslovna logistika

## **VARNOST V PREDORIH**

Mentor: Ljubo Zajc, univ. dipl. prav.  
Lektorica: Zdenka Likar, učit. slov.

Kandidat: Erik Laharnar

Kranj, november 2012

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju, gospodu Ljubu Zajcu, univ. dipl. pravniku, za strokovno pomoč in usmerjanje pri nastajanju diplomske naloge.

Hvala g. Mitju Stojnšku in g. Juretu Vasletu, zaposlenima v družbi Dars d.d za pomoč in gradivo pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem se tudi lektorici Zdenki Likar, ki je mojo diplomsko nalogo jezikovno in slovnično pregledala.

Posebna zahvala tudi moji družini, ki me je ves čas nastajanja diplomske naloge podpirala in mi stala ob strani.

## IZJAVA

»Študent Erik Laharnar izjavljam, da sem avtor tega diplomskega dela, ki sem ga napisal pod mentorstvom gospoda Ljuba Zajca, univ. dipl. pravnika .«

»Skladno s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorski in sorodnih pravicah dovoljujem objavo tega diplomskega dela na spletni strani šole.«

Dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **POVZETEK**

Varnost v predorih je tema, predstavljena v diplomskem delu. Opisane so vrste predorov ter njihova pomembnost za gospodarski razvoj države in logistična podjetja, ker zelo skrajšajo čas potovanja v najbolj razširjenem prometu na svetu, cestnem prometu. Vsak dan se skozi slovenske predore pelje ogromno število potnikov ter velike količine blaga in materialov.

Slovenija je z izgradnjo avtocest dobila tudi kar nekaj daljših predorov, ki so prav tako predstavljeni v nalogi. Zelo pomembna je njihova varnost, zato smo raziskali, kako varni so slovenski avtocestni predori.

Naloga opisuje nezgode, ki so se zgodile v predorih, in kaj vse vpliva na njihov nastanek. Podrobneje so opisani primeri trkov v odstavne niše ter možne varnostne rešitve, pravilen potek varne vožnje skozi predor in najrazličnejši sistemi za varnost v predorih in nadzor prometa.

K varnosti v predorih zelo veliko prispevajo tudi centri za nadzor prometa. V nalogi je predstavljeno delo operaterjev v nadzornih centrih, podrobneje delo v nadzornem centru Vransko.

V zaključnem delu naloge so navedene še sklepne ugotovitve in nekaj možnih rešitev, ki bi lahko vplivale na večjo varnost v predorih.

## **KLJUČNE BESEDE**

- predor
- varnost
- nezgoda
- nadzorni center
- odstavna niša

## **ABSTRACT**

Tunnel safety is a topic that it is used in diploma. It is described what types of tunnels we know, their importance for the economic development of the country and logistics companies, because they strongly shorten the travel time in the most common traffic in the world, road traffic. There are a huge number of passengers and large quantities of supplies and materials going through Slovenian tunnels.

With the construction of highways Slovenia also got some longer tunnels, which are described in this paper. Their safety is very important, for that the research how safe are Slovenian highway tunnels was done.

The paper describes accidents that occurred in the tunnels and what affects on their formation. Examples of collisions in lay-bys and possible security solutions, proper conduct of safe driving through the tunnel and various systems for tunnel safety and traffic control are detailed.

Traffic control centers contribute greatly to safety in tunnels. In this paper the work of the operators in control centers is presented, further work in the control center Vransko.

In the final part are stated the conclusions and some possible solutions that could lead to more safety in tunnels.

## **KEYWORDS**

- tunnel safety
- road safety
- traffic accident
- control center
- lay-by

## KAZALO

1 UVOD.....	1
1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA.....	1
1.2 CILJI NALOGE .....	2
1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA.....	2
1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE .....	3
1.5 METODE DELA.....	3
2 SPLOŠNO O PREDORIH .....	4
2.1 PROTIPOŽARNI SISTEMI.....	7
2.2 POTEK VARNE VOŽNJE SKOZI PREDOR.....	9
3 PREDSTAVITEV AVTOCESTNIH PREDOROV V SLOVENIJI .....	11
4 ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI V PREDORIH .....	19
4.1 NEZGODE V SLOVENSkih PREDORIH .....	21
4.2 Odstavne niše.....	24
4.3 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NASTANEK NEZGOD V PREDORIH .....	28
4.4 DELOVANJE NADZORNIH CENTROV (OPIS OBISKA V NADZORNEM CENTRU VRANSKO).....	30
4.5 PROMETNA SIGNALIZACIJA .....	32
4.6 RADIJSKE ZVEZE IN OZVOČENJA.....	36
4.7 SISTEM ZA VIDLJIVOST IN MERJENJE CO .....	38
4.8 RAZSVETLJAVA IN PREZRAČEVALNI SISTEM .....	39
5 VIDEOSISTEMI.....	42
6 ZAKLJUČEK .....	43
7 LITERATURA IN VIRI .....	44
8 KAZALO SLIK .....	48
9 KAZALO TABEL.....	48
10 KRATICE IN AKRONIMI.....	49

## 1 UVOD

Zaradi vse večjega števila vozil v prometu, ki narašča iz leta v leto, in vse bolj številnih daljših predorih se je po več hujših nesrečah v Evropi začelo bolj razmišljati o varnosti v predorih. Daljši predori so v zadnjem času opremljeni s številnimi sistemi za varnost v predoru. Sisteme pa nadzorujejo operaterji v nadzornih centrih.

Predori morajo biti za ustrezno varnost opremljeni s primerno osvetlitvijo, telefoni, z označbami za izhod v sili, video sistemom, povezanim z nadzornim centrom, in ustrezno ventilacijo. Označbe za izhod v sili so opremljene s smernimi svetilkami, na katerih je označena najkrajša pot do izhoda iz predora. Predori, daljši od 1 km. morajo biti opremljeni tudi z odstavnimi nišami. Dvocevni predori morajo imeti zgrajene tudi prečne prehode med obema cevema, za primer evakuacije ali dostop reševalnih vozil. Vsi daljši predori so za večjo varnost opremljeni tudi z gasilnimi aparati in sistemom za primer požara.

Največjo nevarnost v predorih predstavlja požar, saj so največkrat prav zaradi požara posledice katastrofalne. Pomembno je hitro reagiranje vseh pristojnih služb, saj je to edini način za preprečitev katastrofe. Enako pomembno je tudi, da voznikov v takšnem primeru ne zajame panika in ustrezno ukrepajo.

K večji varnosti v predorih pa pripomoreta tudi radijski signal in signal mobilne telefonije. Predori so opremljeni z zvočnimi signalniki, ki v primeru zadimljenosti lahko pomagajo pri usmerjanju in reševanju oseb iz predora. Poleg vseh sistemov za nadzor prometa v predoru je pomembno, da je predor varno zgrajen, redno vzdrževan in očiščen.

Največ k varnosti v predorih lahko prispevajo vozniki s previdno, varno vožnjo skozi predore in z upoštevanjem signalizacije in drugih obvestil.

### 1.1 PREDSTAVITEV PROBLEMA

Slovenija je v zadnjih dvajsetih letih zgradila tako imenovani avtocestni križ, ki poteka v smeri sever–jug in vzhod–zahod in zelo pripomore k hitrejšemu pretoku prometa. Lega Slovenije je prometno pomembna za Evropo in prav to je njena prednost pred nekaterimi državami. To prednost bi lahko izkoristili za boljše in uspešnejše gospodarstvo, vendar pa lega države še ne pomeni, da bo gospodarstvo samo po sebi uspešno. Potrebna je dobra infrastruktura cest, zgraditi bi morali velike logistične centre.

Dobra infrastruktura cest pomeni, da so le-te varne za prevoz oseb in blaga. Slovenija ima zelo razgiban relief, zato je bilo pri gradnji avtocest potrebno zgraditi tudi kar nekaj predorov. V predorih je zelo pomembna varnost, ker se nezgoda v

predoru hitro lahko spremeni v tragedijo. Največjo težavo predstavlja požar, ker je predor zaprt prostor in se v njem hitro razširi dim, pri tem pa ogenj tudi uporablja kisik iz zraka, kar predstavlja še dodatno nevarnost. Največjo nevarnost za nastanek požara predstavlja prevoz nevarnih in vnetljivih snovi, kot je tudi že samo gorivo v vozilih.

V predoru so ogroženi prav vsi ljudje, ki se nahajajo tam v trenutku nezgode ali požara, in to predstavlja veliko težavo. Pri daljših predorih je v takem primeru lahko ogroženih zelo veliko število ljudi. Veliko voznikov se ne zaveda, kako nevarno je voziti skozi predore s prehitro vožnjo, prekratko varnostno razdaljo, pod vplivom alkohola ali drugih substanc.

V diplomski nalogi je opisana tudi ocena varnosti slovenskih cestnih predorov. Opisane so možne izboljšave na področju varnosti v predorih, predvsem kaj bi bilo mogoče spremeniti in izboljšati, da bi se možnost za nastanek nezgod v predorih še dodatno zmanjšala.

## 1.2 CILJI NALOGE

Cilj diplomske naloge je opisati predore v Sloveniji in raziskati njihovo varnost, opisati sisteme, ki vplivajo na večjo varnost, ter vplive, ki so pomembni za varnost v predorih. Namen je poglobiti naše teoretično znanje o varnosti v predorih in pridobiti praktične izkušnje z obiskom nadzornega centra.

## 1.3 PREDSTAVITEV OKOLJA

Družba Dars, d. d. vzdržuje celotni sistem AC v Republiki Sloveniji, vso avtocestno infrastrukturo z vsemi objekti in napravami. Družba vzdržuje, izvaja redne preglede in obnavlja tudi predore na AC, z različnimi sistemi pa nadzoruje potek prometa na AC in skozi predore. Iz več nadzornih centrov po državi na daljavo spremljajo promet v predorih, spreminjajo signalizacijo glede na stanje, ukrepajo ob morebitnih izrednih dogodkih. Z različnimi sistemi, vgrajenimi v nadzornih centrih in predorih, družba skrbi tudi za varnost AC-predorov. Še posebej je to pomembno pri prometu tovora različnih nevarnih snovi skozi daljše AC-predore, saj je ob morebitnih nezgodah v predorih hitro ukrepanje izrednega pomena, pomembna pa je vsaka minuta.

Enako pomembna je varnost tudi v vseh ostalih predorih, ki niso del AC. Slovenija ima na ostalih cestah predvsem krajše predore, med daljše spada še predor Ljubelj, ki je dolg 1566 metrov. Od te dolžine je 700 metrov predora na slovenski strani, ostali del pa spada na avstrijsko stran. Slovenski del vzdržuje in upravlja DRSC. Na primorski hitri cesti je v izgradnji predor Markovec, vsi drugi predori na ostalih slovenskih cestah pa spadajo med krajše.



## 1.4 PREDPOSTAVKE IN OMEJITVE

Namen našega diplomskega dela je predstaviti varnost v predorih. Predpostavljamo, da so predori izredno pomembni za hitrejši cestni prevoz blaga in oseb; pomembna pa je tudi varnost vožnje skozi predor. Omejili smo se predvsem na daljše AC-predore, ker ima Slovenija na ostalih cestah predvsem krajše predore. Daljši predori predstavljajo večjo verjetnost za nastanek nesreče in tudi večjo verjetnost za nastanek hudih posledic nesreče. Zato so varnostni sistemi in nadzor prometa pri daljših predorih zelo pomembni.

V diplomski nalogi smo se osredotočili in natančneje opisali sisteme za varno vožnjo v predorih na slovenskih AC ter njihovo delovanje. Opisali smo nekaj nesreč, predvsem trke v odstavne niše, ki jih je bilo v Sloveniji v zadnjih treh letih veliko. Predstavili smo varno vožnjo skozi predor in ukrepanje ob morebitni nezgodi. Opisali smo tudi nekaj možnih rešitev, ki bi lahko vplivale na večjo varnost v predorih.

Do nekaterih podatkov in informacij je dostop omejen. V Družbi Dars, d. d., nekateri podatki niso dostopni javnosti. O varnosti v predorih nismo našli nobene knjige, ki bi se konkretno nanašala samo na varnost v predorih.

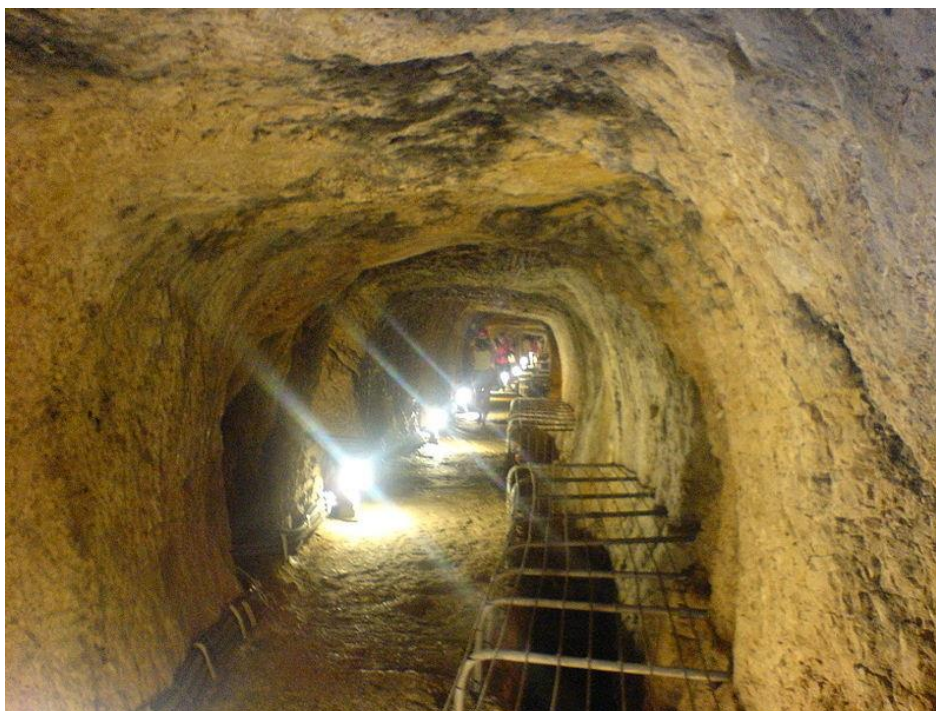
## 1.5 METODE DELA

Pri pisanju diplomske naloge smo uporabili predvsem naslednje metode dela:

- metodo deskripcije smo uporabili v drugem poglavju pri splošnem opisu predorov in opisu protipožarnih sistemov. V tretjem poglavju smo metodo deskripcije tudi uporabili pri opisovanju predorov;
- z metodo združevanja ali kompilacije smo v tretjem poglavju zbrane podatke združili v celoto;
- primerjalno metodo smo uporabili v tretjem poglavju, ko smo primerjali predore v Sloveniji;
- opisno metodo smo uporabili v četrtem poglavju pri opisovanju nesreč;
- literaturo, pridobljeno pri ogledu RNC Vranksko, družbe Dars, d. d., smo uporabljali v četrtem poglavju pri opisovanju nadzornih centrov. Literaturo, pridobljeno od družbe Dars, d. d., smo uporabili v drugem, tretjem, četrtem in petem poglavju;
- do nekaterih informacij smo prišli tudi z lastnim opazovanjem.

## 2 SPLOŠNO O PREDORIH

Predori so prehodi, zgrajeni pod zemljo, skozi gore ali pod drugimi ovirami, lahko celo pod morjem. Običajno so predori namenjeni za promet, dostopni pa so z obeh strani, na primer ceste, železnice, pešpoti in vodne poti. Začetki gradnje predorov se začnejo daleč nazaj, že v antičnih časih. Nikoli ne bomo točno vedeli, kdaj so zgradili prvi predor na svetu, je pa znano, da so jih začeli graditi z namenom, da bi skrajšali pot skozi določene ovire. Največkrat je taka ovira hrib in namesto prehoda čez hrib na drugo stran je bistveno lažji in hitrejši prehod pod zemljo skozi hrib (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Predor>). Eden od neverjetnih gradbenih podvigov v antičnem času, ki smo si ga tudi sami ogledali, je Evpalinov predor na otoku Samosu v Grčiji. Gre za 1036 m dolg predor skozi goro Kastro nad mestom Pitagorio na otoku Samosu. Predor so zgradili predvsem za oskrbo z vodo, uporabljali pa so ga tudi za skrivni izhod iz mesta v primeru sovražnega napada. Uporabljali so ga več kot 1000 let, nato pa je bil opuščen. Arheologi so ga našli okoli 1882–1884. Zgradil ga je gradbenik Evpalin, ki je izvrstno poznal geometrijo. Ker je bil predor namenjen pešpoti in pa tudi oskrbi z vodo, je Evpalin ukazal ob robu izkopati jarek, ki je bil na začetku plitev, potem vedno globlji in na koncu globok nekaj metrov pod predorom ([http://sl.wikipedia.org/wiki/Evpalinov\\_tunnel](http://sl.wikipedia.org/wiki/Evpalinov_tunnel)).



*Slika 1: Evpalinov predor, desno na sliki zgrajen jarek za vodo  
(Vir: [http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Eupalinian\\_aqueduct.JPG](http://sl.wikipedia.org/wiki/Slika:Eupalinian_aqueduct.JPG))*

Kasneje so začeli tudi z izgradnjo cestnih in železniških predorov. Eden od zanimivih predorov v Sloveniji je cestni predor v Dovžanovi soteski na Gorenjskem, ki ga je dal zgraditi Julij Born leta 1895. Predor je zgrajen ob reki Tržiška Bistrica,

zanimiv pa je predvsem zato, ker je izklesan skozi skalo. Danes ta predor povezuje vasi Dolina in Jelendol z mestom Tržič. Imamo pa v Sloveniji tudi še kar nekaj drugih podobnih predorov, zgrajenih skozi skalnato področje.



*Slika 2: Predor skozi skalo v Dovžanovi soteski  
(Vir: Lasten)*



*Slika 3: Cesta v notranjosti predora v Dovžanovi soteski  
(Vir: Lasten)*

Kasneje, z razvojem avtomobilizma in asfaltiranimi cestami ter razvojem gospodarstva, so postale potrebe po gradnji cestnih predorov vse večje.

Cigale idr. (2002) so ugotovili, da cestni promet zavzema največjo površino v okolju. Glavni prednosti predorov sta, da znatno zmanjša čas prehoda ali prevoza do določene točke ter da je pri vožnji manjša obremenitev okolja z izpušnimi plini in manjša poraba goriva.

Jakomin idr. (1996) navajajo, da leži Slovenija na pomembni prometni legi med jugom in severom ter vzhodom in zahodom Evrope. Zaradi hitrega transporta in reliefa je bilo zgrajenih vse več predorov. Poleg gospodarstva je dobra cestna povezava pomembna tudi za turizem.

Ker je Slovenija dokaj hribovita, imamo danes v avtocestnem sistemu 43 predorov. Zagotovo bomo v prihodnosti dobili še nove predore, saj se že sedaj na HC Izola–Koper gradi predor Markovec, ki bo predvidoma odprt marca prihodnje leto. Cestne predore glede na njihovo dolžino ločimo na kratke, to so predori, krajši od 200 m, srednje dolge, ki so dolgi med 200 in 1000m, in na dolge predore, ki so daljši od 1000 metrov.

Poznamo:

- enocevne predore - ti predori imajo zgrajeno le eno predorsko cev, po kateri običajno poteka dvosmerni promet;
- dvocevne predore - ti imajo dve predorski cevi, po katerih praviloma teče enosmerni promet. Te predore smo dobili z izgradnjo avtocest;
- večcevne predore - ti imajo lahko več kot dve predorske cevi, katerih uporaba je lahko različna. Lahko gre za dodatno cev za pešce, kolesarje ali pa je kombiniran cestni in železniški predor.

Glede varnosti so boljši dvo- ali večcevni predori, ker promet v teh običajno poteka enosmerno in obstaja manjša nevarnost za čelno trčenje vozil. V avstrijski raziskavi so sicer ugotovili, da se v enocevni predorih zgodi manj nesreč, toda posledice so bistveno hujše. Tako je po statistiki kar 48 odstotkov večja verjetnost, da boste izgubili življenje v enocevni kot v dvocevni predoru.

Predore pa delimo tudi na:

- enopasovne - ti imajo le en vozni pas, včasih so zaradi varnosti opremljeni s semaforjem;
- dvopasovni - ti imajo dva vozna pasova, po katerih lahko poteka enosmerni ali dvosmerni promet;
- večpasovni - ti predori imajo več prometnih pasov, lahko so trije ali pa dva in dodatni vozni pas, običajno so tripasovni, izjemoma le, ko se v predoru priključujejo ali izključujejo kraki cestnega priključka.

Predore je potrebno redno vzdrževati in obnavljati, kar tudi vpliva na varnost.

V Sloveniji imamo Uredbo o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v Republiki Sloveniji. To je uredba, ki določa tehnične zahteve, pogoje in normative, ki se jih mora zagotavljati zaradi ekonomičnosti gradnje, prometne varnosti, uporabe in vzdrževanja cestnih predorov. Uredba vsebuje 134 členov. V Sloveniji pa imamo tudi za vse večje predore izdelan načrt za zaščito in reševanje ob nesrečah v cestnih predorih, ki je izdelan skupaj z Ministrstvom za obrambo, Upravo Republike Slovenije za zaščito in reševanje, Štabom civilne zaščite, Vlado Republike Slovenije, gasilci in policijo (Interno gradivo družbe Dars).

## 2.1 PROTIPOŽARNI SISTEMI

Ko zagori vozilo na cesti, običajno pride do velike nezgode in zastojev. Veliko hujše pa so lahko posledice, če se zgodi požar v predoru, takrat se lahko nezgoda zelo hitro spremeni v katastrofo in tragedijo.

Kunstler idr. (2009) so ugotovili, da se je zaradi dima in strupenih plinov v primeru požara iz predora zelo težko rešiti. Potrebno je upoštevati dejstvo, da je predor zaprt prostor in da ogenj pri gorenju uporablja kisik iz zraka, ki ga potrebujemo tudi ljudje za življenje. Zelo nevaren dejavnik, ki se pojavi med požarom, so visoke temperature. Pomembno je, da so predori opremljeni s protipožarnimi sistemi, ki omogočajo hitro in učinkovito javljanje požarov. Opremljeni morajo biti tudi s sistemi za preprečevanje razširitve požara in gašenje.

Zelo priporočljivo je, da ima že vozilo manjši gasilni aparat, saj lahko voznik hitro ukrepa in takoj pogasi manjši požar, ki nastane na vozilu. Gasilni aparati spadajo med obvezno opremo pri avtobusih in tovornih vozilih. Vsi daljši predori v Sloveniji so opremljeni z ročnimi gasilnimi aparati in javljalniki požara. Ročni javljalniki požara so nameščeni pred vstopom v predor, v predoru na vidnih mestih, na omaricah za klic v sili ob vhodih v prečno povezovalne rove pri dvocevni predorih, označeni so z oznako plamena in napisom POŽAR. Delujejo s pritiskom na gumb, ki javi alarm za požar in točno lokacijo operaterju v določenem nadzornem centru.





Slika 4: Ročni sistem za javljanje požara in klica v sili pred predorom  
(Vir: Lasten)

Predori so lahko opremljeni tudi s točkovnim javljalnikom požara. Ti so običajno nameščeni v nišah klica v sili, elektro nišah v pogonskih centralah, lahko tudi v odstavnih nišah in drugih prostorih. Delujejo tako, da če nad določenim mestom zaznajo dim ali povišano temperaturo, sprožijo alarm v nadzornem centru oziroma sprožijo postopek za izvajanje določenih ukrepov.

Poznamo tudi javljanje požara z linijskim javljalnikom, to je senzorski kabel, ki je nameščen na zgornjem delu predora oziroma predorske cevi. Ta sistem deluje tako, da toplotni detektor zazna požar na razdalji, manjši od 5 metrov, običajno na razdalji vsake 3 metre. Ko sistem zazna požar na določeni točki, se začnejo izvajati vnaprej pripravljene ukrepi, kot je obveščanje ustreznih služb, sprememba signalizacije, obveščanje uporabnikov, ustrezna ventilacija in podobno.

Daljši predori so opremljeni s hidranti, ki so postavljeni v predoru in pred vstopom v predor. Preko operaterjev so centri za nadzor prometa v predorih povezani tudi z gasilskimi enotami, ki se običajno nahajajo v bližini določenega predora, kadar gre za daljši predor z veliko gostoto prometa. Gasilni aparati v daljših AC-predorih so nameščeni tako, da se ob dvigu sproži alarm v nadzornem centru, kjer dežurnemu operaterju sistem pokaže točno lokacijo dviga gasilnega aparata. Gasilske enote občasno izvajajo vaje za primer reševanja v predorih (Interno gradivo družbe Dars).

Eden od novejših protipožarnih sistemov, ki ga v Sloveniji še ne uporabljajo, je sistem za gašenje z vodno meglo. Njegova prednost je takojšnje delovanje v zelo kratkem odzivnem času, vendar so ti sistemi dražji od navadnih hidrantov, so pa tudi zahtevnejši od klasičnih hidrantnih sistemov, tako v energetskega smislu kot tudi po količini in kvaliteti potrebne vode in tudi kasneje v obdobju obratovanja. Sedanji predori ne omogočajo direktne vgradnje teh naprav. Sisteme je možno v predore vgrajevati naknadno, vendar so kasneje med samim obratovanjem temu primerno tudi stroški za oskrbo predora z energijo večji.

V Evropi sicer še ni nobenega pomembnega predora, ki bi bil opremljen s tem sistemom gašenja. Sistem gašenja z vodno meglo, ki deluje avtomatsko, pa je že vgrajen v nekaterih predorih v Španiji, Italiji in Franciji. Potrebno je tudi poudariti, da čeprav je ta sistem dražji, se njegova vgradnja ob morebitnem požaru v predoru poplača. Ker deluje takoj, lahko reši kar nekaj življenj, kot tudi velike posledice po požaru na samem objektu

(<http://www.zarja.com/File/VODNA%20MEGLA/034804.PDF>).

## 2.2 POTEK VARNE VOŽNJE SKOZI PREDOR

Varnosti v cestnih predorih se je začelo namenjati veliko več pozornosti po tem, ko se je zgodilo več hujših tragičnih nesreč v predorih po Evropi, Mont Blanc (41 mrtvih), Tauern (12 mrtvih), St. Gotthart (11 mrtvih). Kljub izboljšanju nadzora v evropskih predorih se je marca 2012 zgodila ena hujših prometnih nesreč ali celo velika tragedija v predoru de Geronde v Švici – umrlo je 28 ljudi, od tega 22 otrok. Ta dogodek kaže, kako nevarni so lahko predori; da bi bili dovolj varni, bi bilo potrebno še marsikaj spremeniti. Res je, da so nesreče na cestah skoraj vsakodnevni pojav, v predorih pa bolj redkost, toda v predorih so posledice nesreč mnogo hujše. Več pozornosti bi bilo potrebno nameniti že preventivno pred odprtjem predora. Vprašanje, ali je res potrebno, da umre več ljudi in se šele potem ukrepa, se postavlja kar samo. Posebno nevarnost v predorih predstavlja požar (<http://web.vecер.com/portali/vecер/v1/default.asp?id=2010012205505775&kaj=3>).

Kunstler idr. (2009) so ugotovili, da je pri hitrosti 80 km na uro pot ustavljanja 56 metrov, pri hitrosti 100 km na uro celo 80 metrov, česar pa mnogi vozniki skozi predore žal ne upoštevajo. Veliko voznikov niti ne pomisli, da se v predoru lahko zgodi nesreča in kako zelo je pomembna pravilna vožnja skozi predor. To kaže dejstvo, da ogromno voznikov osebnih vozil in celo poklicnih voznikov s tovornimi vozili vozi skozi predore s prekratko varnostno razdaljo, preveliko hitrostjo, nekateri že zelo utrujeni od dolge vožnje. Dogajajo se prehitevanja v predorih ali celo vožnja pod vplivom alkohola, kar bi moralo biti nedopustno. Neverjetno je tudi, kaj vse delajo nekateri vozniki med vožnjo tudi skozi predore, nekateri telefonirajo, pijejo, se prehranjujejo ali opravljajo še kakšno drugo stvar kar med vožnjo. Ti vozniki imajo

velikansko srečo, da jim uspe brez poškodb priti na drugi stran iz predora ter da niso poškodovali ali ubili drugih udeležencev v prometu, ki takrat uporabljajo predor.

Varna vožnja skozi predor poteka tako, da pred vstopom v predor obvezno snamemo sončna očala. V avtu mora biti dovolj goriva, kar je zelo pomembno predvsem pri daljših predorih. Radio naj bo nastavljen na frekvenci, na kateri lahko slišimo prometna obvestila.

Kunstler idr. (2009) navajajo, da pred vstopom v predor opazujemo signalizacijo. Če na semaforju sveti rdeča luč, se ustavimo in v nobenem primeru ne nadaljujemo vožnje v predor. V predoru ob zeleni luči na semaforju prav tako opazujemo signalizacijo, vozimo po omejitvi hitrosti in vzdržujemo varnostno razdaljo. Varnostna razdalja je zelo pomembna, saj se lahko zgodi, da so ob nezgodi ali zastoju v predoru pred našim vozilom stoječa vozila in ob pravilni varnostni razdalji bomo vozilo lahko varno ustavili. Vozniki tovornih vozil v predoru ne smejo prehitevati, prav tako v predorih ni priporočljivo prehitevanje in menjavanje prometnih pasov. V enocevni, dvosmernih predorih je prehitevanje vozil prepovedano.

V primeru zastoja v predoru vozilo ustavimo, vklopimo vse štiri utripalke, smo pozorni na signalizacijo, upoštevamo varnostno razdaljo, če se kolona vozil počasi premika. Če se kolona ustavi ali stoji, zapeljemo na skrajni desni rob cestišča in ugasnemo motor. Upoštevamo navodila upravljavca predora in vozila nikoli ne zapuščamo po nepotrebnem.

V primeru okvare vozila vklopimo vse štiri utripalke, če je le mogoče vozilo varno odmaknemo v odstavno nišo. Če to ni možno, zavijemo na skrajni desni rob vozišča, previdno zapustimo vozilo in pokličemo pomoč preko SOS telefona. V primeru nesreče ustavimo vozilo na desnem robu vozišča, ugasnemo motor, pustimo ključe v vozilu, previdno zapustimo vozilo in pokličemo pomoč preko SOS telefona. Če opazimo požar v vozilu, poskušamo zapeljati iz predora; če to ni možno, ustavimo na desni strani vozišča. Če je požar majhen, ga pogasimo sami, sicer pa pokličemo pomoč preko ročnega javljalnika požara in hitro zapustimo predor. Vedno (če imamo možnost) uporabimo SOS telefon in ne mobilnega telefona, ker bo tako upravljavec v nadzornem centru natančno vedel, kje se nahajamo. Lahko uporabimo tudi mobilni telefon, vendar moramo upoštevati, da s tem izgubimo nekaj dragocenega časa, ko moramo operaterju v centru klica v sili povedati, v katerem predoru se nahajamo in lokacijo v njem, česar nam pri SOS telefonu ni potrebno, saj operater v NC takoj spozna našo lokacijo. Če so prisotne poškodovane osebe, jim nudimo prvo pomoč. Ob različnih dogodkih v predoru je pomembno, da delujemo preudarno in ne povzročamo nepotrebne panike, upoštevamo navodila upravljavca predora. Vedno naredimo vse, kar lahko, da preprečimo nadaljnje nesreče. Nikoli ne rešujemo



vozila, ampak življenja, saj so življenja pomembnejša od vozila, to bi morali vedeti vsi vozniki (Interno gradivo družbe Dars).



Slika 5: Omarica v predoru z gumbom za klic v sili, požar, s telefonom in gasilnim aparatom  
(Vir. Lasten)

### 3 PREDSTAVITEV AVTOCESTNIH PREDOROV V SLOVENIJI

V Sloveniji imamo 43 AC-predorov v skupni dolžini 37417 metrov, če seštejemo vse predorske cevi. Edini enocevni predor na AC je tudi najdaljši predor Karavanke, ki je dolg 7864 metrov oziroma 8019 metrov dolžine med portali predora. V Sloveniji ga je 3450 metrov, ostali del je na avstrijski strani. Drugi najdaljši AC-predor je dvocevni predor Trojane, pri katerem je desna cev dolga 2841 in leva 2931 metrov. Med daljše AC-predore nato sodijo še predor Kastelec 2303 metri, Dekani 2190 metrov, Jasovnik 1633 metrov in predor Šentvid 1072 metrov. Vsi ostali AC-predori so krajši od 1000 metrov. Daljše predore od 1000 metrov bomo podrobneje opisali, raziskali smo tudi, kako varni so ti predori.

Predor Karavanke je bil zgrajen leta 1991 in povezuje Srednjo in Južno Evropo, pomemben je za slovensko gospodarstvo, še posebej za Luko Koper. Po njegovem

odprtju se je čas potovanja preko Karavank močno zmanjšal, saj prej ni bilo drugih cestnih povezav, kot samo preko prelazov v Karavankah.

Ko smo preučevali varnost predora Karavanke, smo ugotovili, da obstaja veliko tveganje z vidika varnosti. Že to, da je predor enocevni, ob tem še dolg skoraj 8 km, nam pove, da varnost tega predora zagotovo ni najboljša. Širina voznega pasu v predoru je 3,75 metra, v predoru sta dva vozna pasova in na vsaki strani je zgrajen pločnik s 97 cm širine, in sicer 15 cm nad voziščem. Skozi predor pelje dnevno povprečno okoli 9000 vozil, kar ni veliko, a dovolj, da bi morali biti zelo pozorni na varnost predora.

Izgradnja druge predorske cevi bi bila nujna za zagotavljanje osnovne varnosti. Na žalost že nekaj let ni prave volje za izgradnjo še druge predorske cevi ne na slovenski, kot tudi ne na avstrijski strani. Na avstrijski strani so celo ocenjevali, da gre skozi predor premalo vozil. Po njihovem prepričanju bi drugo predorsko cev začeli graditi, ko bo število vozil doseglo povprečno 20000. Toliko vozil gre skozi predor samo v poletni turistični sezoni, postavlja pa se vprašanje, zakaj takšne ocene, saj je predor zelo nevaren, ko gre skozenj 9000 vozil dnevno ali 20000 vozil (Interno gradivo družbe Dars).

Nesreča v predoru se lahko zgodi kadarkoli. Žalostno je, da se državi v obdobju več kot 20 let, odkar so odprli predor Karavanke, še nista in se še vedno ne moreta dogovoriti, da bi začeli z izgradnjo druge predorske cevi, ki bi bistveno pripomogla k varnosti vseh uporabnikov tega predora. Tako ostaja predor Karavanke še vedno edini enocevni AC-predor v Sloveniji.

Zelo velika težava je tudi v tem, da predor nima nobenih zasilnih izhodov, razen preko portalov, čeprav bi jih tako dolg enocevni predor preprosto nujno moral imeti za zagotavljanje osnovne varnosti.

Predor ima tudi zelo slabo osvetlitev, vsak voznik, tudi če ni strokovnjak, lahko opazi, da je v slovenskem delu predora osvetlitev še nekoliko slabša kot v avstrijskem delu. Opremljen je z zelo slabo in zastarelo ventilacijo, ki so jo sicer junija nekoliko obnovili in prenovili, a to še zdaleč ne bo dovolj za zagotavljanje ustrezne varnosti v predoru, še posebej ne v primeru požara. Kako slaba je ventilacija v predoru, lahko opazi voznik, ki se pelje skozi predor, ker običajno v zraku predora ni popolne vidljivosti.

Avstrijska ministrica za promet je tako kot že lansko leto za poletni čas odredila ob sobotah med 5. in 12. uro prepoved prometa za tovorna vozila s skupno maso nad 7,5 ton ter vozila s priklopniki, če skupna masa presega 7,5 ton. To je za voznike, ki uporabljajo predor Karavanke, dobro, vendar tak ukrep ne pomeni večje varnosti, saj se huda nesreča v predoru lahko zgodi kadarkoli, ko je predor odprt. Če bi želeli

doseči resnično varnost, bi morali zgraditi še eno predorsko cev in predor v celoti popolnoma posodobiti, še posebej zastarel ventilacijski sistem in osvetlitev, sicer bi bilo varneje, da je predor zaprt. Po naših ugotovitvah avstrijski ukrep bistveno ne pripomore k večji varnosti v predoru. Do tragedije bi lahko prišlo že, če bi v predoru zagorelo osebno vozilo (<http://www.elea.si/slovenija-in-avstrija-pozabili-na-varnost-v-karavanskem-predoru-si>).

Pomislimo, kaj bi bilo, če bi zagorelo celo tovorno vozilo kakšnih 4000 m v predoru, da bi ob tem prišlo še do naleta vozil, morda ob prisotnosti nevarnih snovi, eksplozije, ali da bi zagorel avtobus, poln otrok. Upoštevati je potrebno, da se vsi ti možni scenariji tudi dejansko lahko zgodijo, najverjetneje bi v takem primeru nastala ogromna tragedija.

O tem, kako nevaren je predor Karavanke, opozarjajo tudi drugi tuji strokovnjaki za varnost v predorih; na avstrijski strani predora pa že celo s posebnimi napravami merijo prevroča vozila in jih izločajo.

Morda so že potniki julija 2012 v predoru Karavanke imeli ogromno srečo, ko se je zgodil nalet vozil. Če bi prišlo še do požara, bi bila tragedija skoraj neizbežna. Na srečo posledice niso bile hujše razen nekaj ur zaprt predor in na obeh straneh predora večkilometrske kolone, na avstrijski strani celo do 15 km. Potrebno je upoštevati tudi, koliko ljudi je v času nesreče v predoru, saj so potencialno lahko prav vsi žrtve, ujete v predoru. V predoru Karavanke se včasih nahaja tudi po več kot 500 oseb.

Družba Dars ima tako kot za vse ostale AC-predore pripravljen načrt zaščite in reševanja. Po poročanju gasilcev, ki so opravili gasilsko vajo v predoru, bi bilo stanje ob morebitnem požaru v predoru katastrofalno. Pri izvedbi gasilske vaje so sistemi za prezračevanje delovali tako slabo, da je bil predor popolnoma zadimljen. Predor je opremljen s višinskim vodnim rezervoarjem in hidrantno mrežo za primer požara, z gasilnimi aparati na prah, 74 nišami s hidranti, 7 odstavnimi nišami, 44 nišami za klic v sili in podzemnim zbiralnim bazenom za zbiranje odpadnih vod in ob morebitnem izlivu nevarnih snovi preko kanalizacijskih jaškov. Celoten predor in vhodna portala so opremljeni z videonadzorom, ki ga 24 ur dnevno nadzorujejo iz NC Hrušica in nadzornega centra iz Avstrije. Oba nadzorna centra pokrivata nadzor celotnega predora. Predor je opremljen tudi z radijskim in GSM signalom večjih slovenskih in avstrijskih operaterjev (Interno gradivo družbe Dars).

Od odprtja leta 1991 do 2012 je bilo v predoru presenetljivo malo nesreč. Samo upamo lahko, da ne bomo v prihodnjih letih priča strahotni tragediji v predoru Karavanke. Do leta 2014 naj bi posodobili ventilacijski sistem v predoru in do leta 2019 naj bi na zahtevo EU za varnost v cestnih predorih zgradili ali ubežni rov ali še eno predorsko cev. Po našem mnenju bi bilo bistveno bolje zgraditi še eno

predorsko cev, potrebno je upoštevati tudi, da bi gradnja druge predorske cevi potekala nekaj let ([http://www.dnevnik.si/tiskane\\_izdaje/dnevnik/1042463917](http://www.dnevnik.si/tiskane_izdaje/dnevnik/1042463917)).

Dokler ne bodo posodobili predora z ustrezno osvetlitvijo in prezračevalnim sistemom, predstavlja predor Karavanke veliko tveganje z vidika varnosti, skoraj nujno bi bilo tudi zgraditi še eno predorsko cev, zato po naših ugotovitvah sodi med najmanj varen AC-predor v Sloveniji.

Po najnovejših podatkih naj bi se Avstrija odločila, da se bo kmalu začela gradnja druge predorske cevi, saj je nujno potrebna za boljšo varnost voznikov, kar bi morala podpreti tudi Slovenija. Upamo, da do takrat ne bomo pričali kakšni tragediji z več mrtvimi v predoru in se bo potem zopet postavljalo vprašanje, če so res najprej potrebne smrtne žrtve, da se začne ukrepati (<http://www.dnevnik.si/clanek/1042475943>).



*Slika 6: Vhod v predor Karavanke v času obnovitvenih del v predoru  
(Vir: Lasten)*

Predor Šentvid je pomemben AC-objekt na odseku sever–jug, zgrajen je bil leta 2008. Kmalu po odprtju, lahko bi skoraj rekli takoj, je začel v galeriji, ki je povezana s predorom, odpadati okoli 3 cm debel protipožarni omet in predor je bil že takoj po odprtju večkrat zaprt zaradi obnovitvenih del. S tem se je v javnosti predor Šentvid omenjal bolj kot gradbena sramota namesto gradbeni dosežek.. Res je, da je bila

galerija zgrajena že leta 1984, toda odprli so predor, ki nikakor ni bil varen za uporabo (<http://24ur.com/novice/slovenija/odprli-predor-sentvid.html>).

Predor Šentvid je dvocevni, dvopasovni, deloma tudi tripasovni AC-predor s kavernama. Posebnost tega predora je, da ima še dve priključni cevi. Glavni predorski cevi sta dolgi, leva cev 1047 in desna 1072 metrov, priključni cevi pa 243 metrov in 341 metrov. Širina enega voznega pasu je 3,5 metra, širina vozišča priključne cevi pa je 5 metrov. Predor Šentvid je močno pripomogel k razbremenitvi gostega prometa skozi Ljubljano, dnevno prevozi eno predorsko cev povprečno okoli 42000 vozil, število vozil skozi predor se iz leta v leto povečuje.

Gostota prometa skozi predor se zelo poveča ob poletni turistični sezoni in praznikih. Po preučevanju smo ugotovili, da je osvetlitev predora zelo dobra, prav tako tudi ventilacijski sistem. V primeru požara sistem avtomatsko zapre predor in samodejno vklopi prezračevalni sistem, kar je zagotovo zelo dobra lastnost.

Predor je opremljen z ročnimi javljalniki požara, točkovnimi javljalniki in linijskim sistemom za javljanje požara. Tako glavni cevi kot tudi stranski priključni cevi imajo vgrajen sistem za prisilno vzdolžno prezračevanje, ki se vklopi v primeru požara, dima v predoru ali povečane koncentracije CO.

Predor je zelo dobro opremljen s signalizacijo, tako pred predorom kot v predoru. S šestimi varnostnimi prečnimi rovi sta povezani glavni predorski cevi, prečni rovi so izdelani za primer posredovanja v predoru ali ob morebitni evakuaciji iz predora. Glavni predorski cevi imata tudi vgrajeno odstavno nišo za umik vozil s cestišča v primeru okvare vozila ali nezgode v predoru. Obe glavni predorski cevi, kot tudi priključni predorski cevi, so opremljene z nišami in omaricami za klic v sili, v katerih sta tudi dva gasilna aparata na prah. V predoru so za preprečitev požara tudi mokra hidrantna mreža, hidrantne niše in posebni višinski bazeni za vodo.

Predor je opremljen z bazenom iz dveh rezervoarjev za zbiranje odpadnih vod. Ob normalnem delovanju odteka voda mimo zbiralnika naprej po kanalizaciji do čistilne naprave, kasneje pa prečiščena odteka v reko Savo.

Predor je opremljen tudi s signalom večjih mobilnih operaterjev in radijskim signalom. Celoten predor je popolnoma pokrit z videonadzorom, barvnimi kamerami visoke ločljivosti. Pred vhomom v predor so nameščene IR-kamere za nadzor mednarodnega prevoza nevarnih snovi. Predor je pred vhomom opremljen tudi s sistemom za zaznavanje vožnje v nasprotno smer.

Nadzor prometa v predoru se izvaja 24 ur dnevno iz RNC Ljubljana. Za primer požara v predoru je RNC Ljubljana direktno povezan z ljubljanskimi gasilci, ki lahko prispejo na kraj požara v izredno kratkem času. Zaradi dobrih protipožarnih



sistemov v predoru imajo vozniki, ki bi se znašli v predoru v času požara, dobre možnosti, da se rešijo iz predora. Po naših ugotovitvah je predor Šentvid zelo varen, ob rednem vzdrževanju vseh naprav in sistemov v predoru in morebitnem vgrajevanju novih sistemov za še večjo varnost, bo tak ostal tudi v prihodnosti (Interno gradivo družbe Dars).

Predor Trojane je pomemben za prometno povezavo med vzhodom in zahodom Slovenije, in tudi Evrope, ker leži na AC A1, ki je sestavni del petega evropskega prometnega koridorja med mestoma Lyon in Kijev in povezuje Lyon, Milano, Benetke, Trst, Koper, Ljubljano, Celje, Maribor, Lendavo, Budimpešto in Kijev ([http://sl.wikipedia.org/wiki/Avtocesta\\_A1](http://sl.wikipedia.org/wiki/Avtocesta_A1)). Predor Trojane je bil zgrajen leta 2005 - šlo je za zahteven gradbeni projekt. Pri gradnji so imeli težave predvsem zaradi geološke sestave, nastale so poškodbe na 22 objektih nad predorom, na 11 objektih celo opazne večje poškodbe. Kasneje so ugotovili, da so poškodbe nastale na okoli 50 objektih nad predorom. Ga. Marija iz Trojan, ki ima hišo najbližje trojanskemu predoru, je povedala, da je bilo grozno, ko so vrtali le dobrih 10 metrov pod njeno hišo. Kasneje so prebivalcem nad predorom Trojane plačali odškodnine (<http://www.dnevnik.si/clanek/160383>).



*Slika 7: Stavbe nad predorom Trojane  
(Vir: Lasten)*

Ko so predor zgradili, so se že po dveh letih pojavile težave na vozišču. Cestišče je bilo spolzko in ni dopuščalo varne vožnje skozi predor pri hitrosti, večji od 60km/h. Še najbolj pa je bilo nevarno ob deževnem vremenu. Takrat so večkrat obveščali po radiu, da je v predoru Trojane zaradi dežja omejitve hitrosti 60 km/h in marsikomu

se je to zdelo smešno, saj vendarle dežja v predoru ni. Seveda pa ni bilo niti malo smešno s strani varnosti, saj je bil predor že dve leti po slovesnem odprtju nevaren za promet.

Pedor Trojane je najdaljši dvocevni predor v Sloveniji. Desna cev predora je dolga 2841, leva pa 2931 m. Širina vozišča znaša 7,7 metra z dvema voznima pasovoma širine 3,5 metra. Zaradi vzdrževanja in nujnih primerov sta na vsaki strani vozišča pločnika, širine 92 cm, ki sta dvignjena 15 cm nad voziščem. Predorski cevi sta povezani s 5 varnostnimi prečnimi rovi za izhod v sili. Za obe predorski cevi je izvedeno prisilno vzdolžno prezračevanje za primer povečanja CO, zadimljenosti oziroma požara.

Z izgradnjo predora Trojane se je čas potovanja močno zmanjšal, po stari cesti se je bilo potrebno peljati po cesti čez Trojane, skozi predor pa vožnja pri 100 km/h traja le okrog 2 minuti. Bolj zadovoljni so tudi prebivalci v okolici predora, saj so se končale kolone vozil na stari cesti, s tem pa se je zmanjšal tudi hrup.

Pedor Trojane povprečno prevozi okoli 14 000 vozil dnevno, promet pa se iz leta v leto hitro povečuje, tako včasih doseže tudi 36 000 vozil dnevno, kar je že skoraj največje možno število vozil, kolikor jih predor ob normalni uporabi lahko sprejme v enem dnevu.

Za primer požara je predor opremljen z omaricami za klic v sili, v kateri sta po dva gasilna aparata, hidranti, ročni javljalniki, točkovni javljalniki požara in tudi linijski sistem za javljanje požara. Ob izrednih dogodkih naloge izvajajo PGE Celje in CPV Domžale, ki imajo svojo skupino na Vranskem. Nad predorom se nahaja tudi zajetje požarne vode, imajo svojo gasilsko skupino, ki se nahaja v AC-vzdrževalni bazi Vransko, tako da so v primeru požara ali nezgode z nevarnimi snovmi gasilci zelo hitro na kraju požara.

Osvetlitev predora je dokaj dobra, bi se jo pa dalo še izboljšati. Pred predorom so na portalih nameščeni mikrovalovni detektorji, ki štejejo vozila in zaznajo morebitno vozilo, ki vozi v nasprotno smer.

Pedor je opremljen tudi s sistemom za nadzor vidljivosti, in količine CO ter kar petimi varnostnimi prečnimi rovi med obema cevema. Prometna signalizacija je dobra, predor je opremljen tudi z GSM signalom največjih slovenskih mobilnih operaterjev in radijskim signalom.

Opremljen je tudi s podzemnim bazenom za zbiranje odpadnih vod in tekočin ob morebitnem izlivu nevarnih snovi po cestišču v predoru. Videonadzor z barvnimi digitalnimi kamerami visoke ločljivosti se izvaja 24 ur iz RNC Vransko, kamere so

nameščene pred predorom in v njem. Ocenili smo, da je predor Trojane zelo varen predor (Interno gradivo družbe Dars).

Predora Kastelec in Dekani sta bila zgrajena leta 2004 na AC med Ljubljano in Koper. Omogočila sta bistveno lažji in hitrejši promet proti obalnim krajem, in kar je tudi pomembno - proti Luki Koper. Leva cev predora Kastelec je dolga 2303, desna 2195 metrov. Leva cev predora Dekani je dolga, desna 2190 metrov. Širina voznega pasu pri obeh predorih je 3,5 metra, predora imata dva pasova in na vsaki strani pločnika, širine 92 cm, 15 cm nad voziščem. Dnevno predora prevozi povprečno okoli 12000 vozil, število vozil se močno poveča med prazniki, vikendi in poletno turistično sezono. Med predorskima cevema je v obeh predorih zgrajenih pet varnostnih prečnih rovov za primer nezgode. Vsaka predorska cev ima vgrajeni tudi dve odstavni niši za primer nezgode ali okvare vozila.

Osvetlitev predorov je zelo dobra, prav tako ventilacijski sistem in signalizacija. Predora sta opremljena s sistemom detekcije CO in vidljivosti, z omaricami za klic v sili, v katerih se nahajata po dva gasilna aparata. Za primer požara sta predora opremljena še z ročnimi in točkovnimi javljalniki, linijskim sistemom javljanja preko celotnega predora, kot tudi s hidranti. V primeru požara ali nesreče z nevarno snovjo v predorih Kastelec in Dekani prevzamejo naloge gasilci iz GB Koper. Težave ob požaru pa bi lahko dodatno povzročala tudi burja. Zaradi same lege predora predstavlja veter precejšnje težave, saj je na tem območju po meteoroloških podatkih zelo veliko vetrovnih dni.

Predora imata tudi podzemni bazen, ki je ločen na dva dela - za zbiranje odpadne vode in za morebitni izliv nevarnih snovi v predoru. V predoru je omogočen GSM signal večjih slovenskih mobilnih operaterjev in tudi radijski signal. Pred predoroma je tudi sistem za zaznavanje vozila, ki bi vozilo v nasprotno smer in za štetje in spremljanje prometa. Predora sta opremljena z videonadzorom, preko katerega se predor 24 ur dnevno nadzoruje iz RNC Kozina. Po naših ugotovitvah sta predora Kastelec in Dekani varna predora

(<http://www.sos112.si/db/priloga/izpostava/p3639.pdf>).

Predor Jasovnik je tako kot predor Trojane zgrajen na AC-odseku Vransko–Blagovica, ki velja za enega najtežjih AC-odsekov zaradi samega reliefa. Doline z nadmorsko višino okoli 400 metrov obdajajo hribi, ki se dvigajo med 700 in 900 metrov nadmorske višine. Predor Jasovnik je zgrajen skozi istoimenski hrib in je dvocevni predor. Širina voznega pasu je 3,5 metrov, v vsaki cevi ima predor dva pasova in na vsaki strani pločnika, širine 92 cm, ki sta 15 cm nad voziščem.

Osvetlitev, signalizacija in prezračevanje predora so dobri, predor ima tudi sistem za zaznavanje povečane koncentracije CO in vidljivosti. Med predorskima cevema so trije varnostni prečni rovi za primer nezgode in reševanja.



Za primer požara je celotni predor opremljen z ročnimi in točkovnimi javljalniki in linijskim sistemom javljanja. Opremljen je tudi s hidranti in višinskim vodohranom, v katerem je zajetje požarne vode. Naloge ob morebitnem požaru ali izlitju nevarnih snovi prevzameta PGE Celje in CPV Domžale. Predor je opremljen z nišami za klic v sili, v katerih sta nameščena tudi po dva gasilna aparata.

Predor ima tudi odstavno nišo za primer nezgode ali okvare vozila, opremljen je s GSM signalom in radijskim signalom. Za primer razlitja nevarne snovi je zgrajen poseben bazen za lovljenje nevarne tekočine. Celotni predor je 24 ur nadzorovan iz RNC Vransko z barvnimi digitalnimi kamerami visoke ločljivosti. Ocenjujemo, da je predor Jasovnik varen predor. (Interno gradivo družbe Dars).

Na evropskem testu predorov EuroTAP so ocenili slovenske predore, ki so daljši od enega kilometra. Ugotovili so, da predor Karavanke le zadovoljivo ustreza varnosti, dva predora so ocenili z oceno dobro, kar štiri predore, med katere spadajo Šentvid, Trojane, Kastelec in Dekani, pa z oceno zelo dobro. Lahko sklepamo, da so slovenski predori varni, razen predora Karavanke, v katerem bi bilo potrebno varnost izboljšati

(<http://www.val202.si/2012/03/kako-nevarni-so-nasi-predori/>).

## 4 ZAGOTAVLJANJE VARNOSTI V PREDORIH

K varnosti v predorih lahko največ pripomorejo sami vozniki s pravilno vožnjo skozi predor. Toda žal ni vedno tako, veliko voznikov ne upošteva predpisane hitrosti, varnostne razdalje, nevarno prehitvevajo in ne upoštevajo pravil varne vožnje. Velika neumnost, ki so jo vozniki že večkrat storili, je, da se ustavljajo v predoru v času nevihte s točo. S takšnimi dejanji vozniki ogrožajo tako svoja kot druga življenja. V primeru ustavljanja vozila v predoru obstaja velika nevarnost, da se bo zgodil nalet več vozil. Lahko se zgodi, da bo v takšnem primeru prišlo še do požara. Če se tam nahaja tudi tovorno vozilo z nevarnimi snovmi ali avtobus z velikim številom potnikov, bo velika tragedija skoraj neizbežna. Takšne voznike bi morali strogo kaznovati, saj se sami ne zavedajo, kakšni nevarnosti so izpostavljeni. S svojim ravnanjem ogrožajo tudi vse ostale udeležence, ki so v tistem času v predoru. Predori nikakor niso namenjeni ustavljanju, parkiranju in skrivanju za zaščito vozil pred točo.

Predori so opremljeni z različnimi sistemi za zagotavljanje varnosti, ki so povezani z nadzornimi centri. Velikokrat tudi ti sistemi ne pomagajo, ker je voznikova norost večja. Težko je razumeti primere, ko je voznik na AC peljal v nasprotno smer skozi predor Šentvid in so vozniki kljub utripajočim rumenim lučem in rdečim lučem na semaforjih in portalih nadaljevali vožnjo skozi predor. Ko nekdo na AC zapelje v nasprotno smer in vožnjo nadaljuje kljub šestim znakom za napačno smer vožnje in še veliki tabli z napisom STOP, je težko razumeti, kaj bi takšnega voznika sploh

lahko ustavilo. Morda bi k večji varnosti pripomogle nameščene table, ki bi ob morebitni vožnji v nasprotno smer začele voznika opozarjati z velikim svetlečim rdečim napisom STOP. Primerov vožnje v nasprotno smer je bilo že veliko, težko si je zamisliti, kaj takšni vozniki v tistem času razmišljajo. Morda bi lahko preprečili take dogodke z drugačnim načinom izgradnje uvozov in izvozov na AC. Še posebej je nerazumljivo, da so takšni uvozi in izvozi ponekod zgrajeni v bližini predorov, saj so v predorih posledice morebitnih nesreč lahko še bistveno večje. Varnosti zgrajenih uvozov in izvozov AC-priključkov bi morali dati več pozornosti že pri samem projektiranju in izgradnji. Veliko dražje bo kasnejše spreminjanje, ko se bo ugotovilo, da bi se na drugačen način izgradnje lahko preprečila marsikatera smrtna žrtev in tragedija. Seveda pa nobena opozorila, niti še tako strokovno in kvalitetno zgrajena infrastruktura, ne morejo preprečiti voznikom, da zapeljejo v nasprotno smer, če to naredijo pod močnim vplivom alkohola, raznih substanc ali se za tako dejanje namerno odločijo.

Kot navajata Herynek in Pivec (2010), je infrastrukturo cest in predorov potrebno tudi vzdrževati. Izvajajo se pregledi cestišča in celotnega predora. Redno čiščenje cestišča in predora je zelo pomembno za zagotavljanje ustrezne varnosti. Potrebno je tudi redno čiščenje odvodnega sistema ter pregled in vzdrževanje naprav, ki so potrebne za varnost. To so predvsem svetlobna signalizacija, sistem za javljanje požarov, SOS-telefoni. Občasno je potrebno prepleskati sredinsko črto in ostale pobarvane označbe. Po določenem času je potrebno predore sanirati in prenoviti. V nekaterih predorih k varnosti pripomore tudi narebreno cestišče po sredinski črti. Ta sistem deluje tako, da ko voznik zapelje na sredinsko črto, ga preprosto opozori s tresenjem vozila. Tak sistem je zelo priporočljiv predvsem v enocestnih predorih z dvosmernim prometom, uporablja se lahko tudi v vseh ostalih predorih.

Poleg vseh ostalih sistemov za varnost v predoru je pomemben tudi sistem odvodnjavanja. Predori na AC so zgrajeni tako, da pod njimi poteka kanalizacija in bazen za odpadno vodo ter zbiralni bazen. Bazeni za odpadno vodo v normalnih pogojih zbira vodo, ki odteka mimo zbiralnega bazena naprej in nato prečiščena teče nazaj v okolje. V primeru razlitja nevarne snovi operater v nadzornem centru bazen zapre in nevarna tekočina se zbira v zbiralnem bazenu. Predori so zgrajeni tako, da nevarne tekočine v primeru razlitja odtečejo s cestišča. V robnikih cestišča so izdelane odprtine, ki omogočajo, da nevarne tekočine odtečejo s cestišča v kanalizacijo in zbiralni bazen. Tak sistem v primeru razlitja raznih tekočih snovi pripomore k večji varnosti, saj ob razlitju tekočine hitro odtečejo. Pomembno je tudi, da se izlite tekoče snovi zadrži v zadrževalnem bazenu in ne odtečejo v okolje, kadar gre za okolju nevarne tekoče snovi (Interno gradivo družbe Dars).

Herynek in Pivec (2010) navajata, da se vsak dan prevažajo po svetu velike količine različnih posebno nevarnih snovi. Veliko nevarnih snovi se prevažata tudi po cestah v Sloveniji in skozi predore. Nevarne snovi, kot so plini, jedke, vnetljive, radioaktivne

in eksplozivne snovi, predstavljajo zelo veliko tveganje za nastanek tragedije v predoru. Pri prevozu tako nevarnih snovi morajo biti posebno in ustrezno usposobljeni vozniki in druge osebe, ki sodelujejo pri prevozu takega zelo nevarnega tovora.



*Slika 8: Robniki v predoru z odprtinami za primer razlitja tekočih snovi  
(Vir: Lasten)*

Lahko se tudi zgodi, da se na cestišču pred predorom, v njem ali za njim pojavi žival. Res da je to bolj redek pojav, a se vseeno lahko zgodi in to bi morali upoštevati tudi vozniki.

Predore je potrebno dograjevati z vedno novimi in boljšimi sistemi za zagotavljanje in nadzor varnosti. Zelo veliko k zagotavljanju varnosti v predorih pripomorejo operaterji v nadzornih centrih.

#### **4.1 NEZGODE V SLOVENSKIH PREDORIH**

V slovenskih predorih se je zgodilo že veliko nezgod, na srečo največkrat brez tragičnih posledic, le z materialno škodo ali lažjimi poškodbami. Velikokrat so k takemu zaključku pripomogli prav uslužbenci v nadzornih centrih in sistemi za varnost, vgrajeni v predorih. Žal pa se vsaka nezgoda ne konča srečno in so bili tudi že primeri s smrtnimi žrtvami v predorih. Kot sta nam predstavila operaterja v RNC

Vransko, operater ob vsakem nezgodnem dogodku v predoru, četudi gre le za manjši trk samo dveh vozil, takoj obvesti gasilsko enoto na Vranskem. Tako ukrepanje ima z vidika varnosti dve veliki prednosti. Gasilci zelo hitro pridejo na kraj nezgode - če bi se vnel požar, bi ga že v začetni fazi lahko pogasili; z vsakim takim prihodom gasilci tudi vadijo usposobljenost in hitrost prihod na kraj dogodka.

Kako pomembno je, da je na Vranskem posebna enota gasilcev, se je izkazalo že komaj leto dni po njihovi ustanovitvi. Ko se je zgodila hujša nesreča v predoru Trojane, 20. 1. 2010 ob 15:12. uri, se je približno 570 m od vhoda v cev proti Ljubljani nenadoma zaustavilo tovorno vozilo. Po naletu še petih tovornih vozil je v šestih sekundah izbruhnil požar. Hitra avtomatska zaznava dogodka in posledično zagon vseh varnostnih sistemov, hitri odzivi operaterjev v regijskem nadzornem centru Vransko, hiter prihod gasilcev in reševalcev so zagotovo pripomogli da se je nesreča končala brez smrtnih žrtev. K zelo hitremu reševanju je pripomogel tudi vzdrževalec, ki se je prav takrat nahajal v predoru Trojane. Reševanje je bilo dobro opravljeno, največ neumnosti so povzročili vozniki, ki so bili udeleženci v prometni nesreči. Nedopustno je zaustavljanje vozil v cevi pred požarom, vzvratna vožnja vozil, ostajanje pri vozilih na lokaciji požara - vsi ti ljudje se očitno niso zavedali, da s takim ravnanjem ogrožajo svoja in druga življenja. Izven predora pa so vozniki onemogočali dostop intervencijskim vozilom, posnetek smo si ogledali tudi v RNC Vransko. Vozniki se pred predorom niso pravilno razvrstili in so gasilcem ovirali dostop, sicer bi bili gasilci še hitreje na kraju nesreče. Za nastalo nesrečo so krivi vozniki tovornih vozil; do nesreče je prišlo zaradi neupoštevanja omejitve hitrosti in varnostne razdalje. Na kraj nesreče so prvi prispeli prav trije gasilci iz Vranskega, v celotnem reševanju je sodelovalo kar 53 gasilcev. V nesreči je bilo udeleženih šest tovornih vozil, dva voznika so morali zaradi zastrupitve z dimom odpeljati v bolnišnico. Po nesreči so ostale poškodbe tudi na predoru, močno je bila poškodovana oprema, kot so linijski javljalniki požara, razsvetljava, cestne svetilke, komunikacijska kabina in nekatere table. Po štirih dneh, ko so predor sanirali in pregledali njegovo stanje, je bil ponovno odprt za promet

[\(http://www.had.si/blog/2010/01/22/kaj-se-zgodi-ko-se-v-predoru-trojane-nesreca-zgodi-in-tovornjak-zagori/\)](http://www.had.si/blog/2010/01/22/kaj-se-zgodi-ko-se-v-predoru-trojane-nesreca-zgodi-in-tovornjak-zagori/).



*Slika 9: Požar v predoru Trojane*

(Vir: <http://www.24ur.com/novice/slovenija/sanacija-se-je-zacela.html>)

(Foto: Mojca Hernčič)

V predoru Karavanke se je 24. 11. 2011 zgodila nesreča dveh tovornih vozil, ki sta trčili na avstrijski strani predora. Zgodil se je nalet dveh tovornih vozil, na srečo se je nezgoda končala le z materialno škodo. Predor je bil več ur zaprt za ves promet, kasneje so ga odprli izmenično enosmerno. Dne, 29. 11. 2011, se je zgodila nesreča štirih osebnih vozil, predor je bil nekaj časa zaprt, posredovala je policija in gasilci z Jesenic, na srečo ni bil nihče poškodovan, še večja sreča je bila, da ni prišlo do požara.

Nenavadna prometna nesreča se je v predoru Karavanke zgodila 3. 9. 2011, ko je vozilu na plin v predoru odpadel rezervoar za plin. Posredovali so gasilci in plinsko jeklenko zatesnili ter odstranili iz predora, vse se je na srečo dobro končalo (<http://www.slovenskenovice.si/crni-scenarij/doma/v-predoru-karavanke-plinska-bomba>).

V predoru Golovec se je 10. julija zgodila nesreča dveh tovornih in dveh osebnih vozil. Kolona vozil se je počasi pomikala skozi predor Golovec, nato se je promet ustavil in zgodilo se je verižno trčenje. Tovorno vozilo je trčilo v osebni avtomobil, ki je trčil v vozilo pred njim, le-to je trčilo še v tovorno vozilo pred njim. Posredovali so policisti in reševalci, dve osebi sta se v nesreči poškodovali. Zaradi nesreče je skozi predor Golovec nastal daljši zastoj (<http://www.delo.si/clanek/97260>).

Poleg opisanih prometnih nesreč se je v Sloveniji zgodilo tudi več drugih, največkrat le z materialno škodo.

V spodnjih dveh tabelah je prikazana statistika prometnih nesreč v predorih za obdobje zadnjih petih let. Podatke smo pridobili od Generalne policijske uprave.

	PROMETNE NESREČE			POSLEDICE			Skupaj
	Telesna poškod.	Mater. škoda	Mrtvi	Hudo t. pošk.	Lahko t. pošk.	Brez pošk.	
2008	3	12	0	0	4	28	15
2009	1	14	0	0	2	34	15
2010	4	11	0	0	10	30	15
2011	2	6	0	1	1	20	8
Skupaj	10	43	0	1	17	122	53

*Tabela 1: Statistika prometnih nesreč v predorih za obdobje od leta 2008 do 2011*  
(Vir: Generalna policijska uprava Ministrstvo za notranje zadeve – Policija)

1. 1.–30. 11. 2012	PROMETNE NESREČE			POSLEDICE				Skupaj
	Smrtni izid	Telesna poškod.	Mater. škoda	Mrtvi	Hudo t. pošk.	Lahko t. pošk.	Brez pošk.	
Predor	1	4	7	1	1	3	21	12

*Tabela 2: Statistika prometnih nesreč v predorih za obdobje od 1. 1. 2012 do 30. 11. 2012*

(Vir: Generalna policijska uprava Ministrstvo za notranje zadeve – Policija)

Po številu prometnih nesreč, ki so se zgodile v obdobju zadnjih petih let, sklepamo, da so slovenski predori zelo varni in dobro opremljeni z varnostnimi sistemi. Glede na število vozil, ki vsako leto prevozijo slovenske predore, je nesreč zelo malo, seveda pa bi moral biti cilj nič nesreč in nič poškodovanih oseb.

## 4.2 Odstavne niše

Odstavne niše so za varnost v predoru zelo pomembne, namenjene so ustavitvi vozil v sili. V primeru okvare vozila se voznik lahko varno umakne s cestišča v predoru in vozilo ustavi v odstavni niši. Odstavne niše so pomembne tudi pri posredovanju reševalcev ali gasilcev v predoru. Voznik gasilskega ali reševalnega vozila lahko povsem brez težav obrne vozilo v nasprotno smer, kadar je to potrebno. Odstavne niše so tako pomemben del predora, kjer lahko vozniki varno ustavijo svoje vozilo in pokličejo na pomoč v primeru okvare vozila, nezgode v predoru ali kadar potrebujejo pomoč. Tako kot celoten predor so tudi odstavne niše v celoti nadzorovane s kamerami iz nadzornega centra, operater v nadzornem centru lahko takoj vidi, če nekdo potrebuje pomoč in ustrezno ukrepa.

Velikokrat se je tudi zgodilo, da so nekateri vozniki ustavljali v odstavnih nišah, čeprav niso potrebovali pomoči, tako ustavljanje je nevarno. Prostor, namenjen ustavitvi v sili ali v primeru nezgode, bi bil tako zaseden, vozniki s takim ustavljanjem ogrožajo varnost sebe in ostalih udeležencev v predoru. Odstavne niše so namreč zgrajene v daljših predorih izključno samo za ustavitve v sili ali za uporabo reševanja v predoru (Interno gradivo družbe Dars).

Največ ljudi je umrlo pri trku v odstavno nišo predora, v zadnjih dveh letih je tako umrlo kar 8 ljudi. Zadnja taka nesreča se je zgodila 21. avgusta. Voznica se je zaletela v odstavno nišo v predoru Dekani in umrla na kraju nesreče. Po ugotovitvah voznica ni bila pripeta z varnostnim pasom. Preden je trčila v zid odstavne niše, je prehitela vozilo s tujimi turisti, nato pa brez zmanjševanja hitrosti trčila v zid odstavne niše. Posredovali so gasilci iz Kopra, kraj dogodka so morali tudi zaščititi, saj je bila zaradi razlitja goriva velika nevarnost vžiga in požara. V primeru da bi bila voznica pripeta z varnostnim pasom, bi morda preživela. Zaradi nesreče je bil predor dalj časa zaprt, nastali so zastoji (<http://24ur.com/novice/crna-kronika/v-predoru-vozilo-trcilo-v-odstavno-niso.html>).

V predoru Dekani se je zgodila prometna nesreča že 10. avgusta 2010. Voznik je peljal v smeri Kopra in se malo po polnoči z veliko hitrostjo zaletel v zid odstavne niše. Vozilo se je ob trku vnelo in zagorelo, voznik v vozilu je popolnoma zgorel, posredovali so gasilci iz Kopra, ki so tudi pogasili požar. Predor je bil več ur zaprt (<http://www.dnevnik.si/kronika/1042379963>).

V predoru Trojane je maja 2012 voznik vozil osebni avto v smeri Ljubljane in čelno, brez zmanjševanja hitrosti, trčil v zid odstavne niše. Pred trkom je vozil še celo nekoliko hitreje in na kraju nesreče takoj umrl. Posredovali so gasilci in policisti, odstranjevanje po nesreči je trajalo nekaj ur (<http://www.dnevnik.si/novice/kronika/1042529098>).

V predoru Kastelec se je zgodila nesreča junija 2010. Voznik je vozil v smeri Kopra in trčil v odstavno nišo. Kljub posredovanju reševalcev in gasilcev iz Kopra je voznik umrl že na kraju nesreče. Naslednja nesreča v predoru Kastelec se je zgodila decembra 2010. Voznik iz Ljubljane se je v predoru zaletel v odstavno nišo in na kraju nesreče umrl. Vozil je v smeri Kopra, v bližini vozila v času nastanka nesreče ni bilo nobenega drugega vozila (<http://www.primorske.si/Kronika/Tretja-smrt-v-odstavni-nisi.aspx>).

V predoru Kastelec se je decembra 2011 ponovno zgodila nesreča. Voznik iz Ljubljane je vozil v smeri Kopra in se z veliko hitrostjo zaletel v zid odstavne niše. Takoj so na kraj dogodka prihiteli reševalci, gasilci in policisti iz Kopra. Trčenje vozila v zid odstavne niše je bilo tako zelo silovito, da od vozila praktično ni ostalo drugega kot kup zmečkane pločevine. Voznik je vozil osebno vozilo, od katerega je

po trku ostalo le kakšen meter pločevine. Voznik je bil pripet z varnostnim pasom, sprožile so se tudi varnostne blazine, a to ni pomagalo popolnoma nič. Veliko težavo je predstavljalo tudi dizelsko gorivo, ki je iztekalo iz zmečkanine. Bila je velika nevarnost za nastanek požara

(<http://www.primorske.si/Kronika/V-soboto-nova-tragicna-nesreca-v-predoru-Kastelec.aspx>).

Nova tragična nesreča v predoru Kastelec se je zgodila marca 2012. Voznik se je prav tako peljal v smeri Kopra in se zaletel v zid odstavne niše. Vozilo je ob trku zagorelo in voznik je umrl na kraju nesreče. Posredovali so gasilci iz Kopra, v predoru je nastal gost dim, ki se je kadil tudi iz predora, gasilci so se prebili do požara in ga pogasili. Promet skozi predor na AC je bil zaradi gašenja in odstranjevanja posledic nesreče več ur zaprt (<http://www.24ur.com/novice/crna-kronika/nesreca-v-predoru-kastelec-blokirala-promet.html>).

V predoru Jasovnik se je maja 2012 zgodila nesreča, ko je voznik osebnega avtomobila vozil v smeri Ljubljane. Voznik je z veliko hitrostjo trčil v zid odstavne niše in ostal ukleščen v vozilu. Na kraj dogodka so hitro prispeli gasilci iz Vranskega, Domžal in Celja. Veliko nevarnost je predstavljalo tudi razlito gorivo, saj bi se lahko hitro vnelo in bi nastal požar. Gasilci so s pomočjo hidravličnih naprav rešili voznika iz vozila, ki je bil čudežno še živ. Voznika so reševalci odpeljali v ljubljanski klinični center, saj je bil močno poškodovan, po kasneje opravljenih operacijah ni bil več v smrtni nevarnosti. Voznik, poškodovan v tej nesreči, ki se je zgodila s silovitim trkom v odstavno nišo, je preživel

(<http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/default.asp?kaj=3&id=2012050805781057>).





*Slika 10: Odstavna niša v predoru  
(Vir: Lasten)*

Prav zaradi velikega števila nesreč, ki so se zgodile s trkom v odstavno nišo predora, so se strokovnjaki in javnost začeli spraševati o vzroku za tako veliko število nesreč. Začela so se pojavljati vprašanja o tem, kako varne so odstavne niše in ali so sploh potrebne. Strokovnjaki so pregledali predore in ugotovili, da so odstavne niše zgrajene pravilno. Po našem mnenju so odstavne niše v predorih potrebne, saj omogočajo lažje reševanje in varno ustavljanje voznikov, ki imajo okvaro vozila ali potrebujejo pomoč. Posnetek trka v odstavno nišo predora Trojane smo si ogledali tudi mi in ugotovili, da je šlo brez dvoma za samomor voznika. Voznik je namreč vozil po levem pasu, nato pa zavil na desni vozni pas, pri tem še pospešil hitrost ter zapeljal naravnost v zid odstavne niše. Najverjetneje je šlo tudi pri ostalih primerih, ki so se zgodili, za samomor voznikov.

Da bi zmanjšali podobne nesreče so strokovnjaki začeli razmišljati, kaj bi lahko storili za večjo varnost voznikov v predorih. V nekaterih predorih so namestili odbojno jekleno ograjo ali postavili rdeče-bele oznake. Na avstrijski strani predora Karavanke so postavili odbojne blazine. Odbojna jeklena ograja in odbojne blazine po našem mnenju niso prava rešitev, saj se bo v primeru trka vozila zgodilo, da bo vozilo odbilo na cestišče. V takem primeru se bo zgodilo, da se bo zaletelo še katero drugo vozilo, velika verjetnost obstaja za nastanek verižnega trčenja več vozil in posledično požara, kar bi imelo vsekakor katastrofalne posledice.

Nekateri so predlagali, da zid odstavne niše ne bil zaključen pod pravim kotom, ampak postopoma. To ne bi bilo dobro, saj bi v primeru trka takšno vozilo prav tako odbilo nazaj na cestišče.

Rdeče-bele oznake, ki so postavljene pred zidom odstavne niše, delujejo bolj psihološko na voznike, kot da bi obvarovale vozilo, ki bi trčilo v odstavno nišo. Glede na trke v preteklosti je to sicer kar dobra rešitev, saj je bila večina trkov, če ne celo vsi, izvedena namenoma oziroma so si jih vozniki izbrali za samomor. Po našem mnenju bi bilo bolje zid odstavne niše preprosto ustrezno pobarvati ali namestiti ustrezne fluorescentne oznake na zid odstavne niše. Kakšen meter ali dva pred zidom, kjer se odstavna niša zaključi, pa bi morali zgraditi 10 cm visok robnik, ki bi bil tudi vidno pobarvan in označen. Odstavne niše bi morale biti tudi bolj osvetljene.

Pojavljali so se tudi predlogi, da bi zgradili tripasovne predore, brez odstavnih niš. To bi pomenilo ogromne stroške, zapiranje in prenovo predorov. Po našem mnenju to ne bi bilo ustrezno, reševalna intervencijska vozila bi v takšnem predoru lahko obrnila smer vožnje, v primeru okvare vozila v predoru pa bi obstajala velika nevarnost naleta več vozil. Odstavne niše v predoru so z vidika varnosti zelo uporabne in varne, če jih vozniki uporabljajo pravilno v namen, za katerega so bile zgrajene.

### **4.3 DEJAVNIKI, KI VPLIVAJO NA NASTANEK NEZGOD V PREDORIH**

Na nastanek nezgod v predoru vpliva več možnih dejavnikov. Najpogosteje se nezgoda v predoru zgodi zaradi voznikov, ki ne upoštevajo cestnoprometnih predpisov in ustrezne signalizacije. Še vedno so na cestah tudi vozniki, ki ne upoštevajo, da je vožnja pod vplivom alkohola izredno nevarna zaradi zmanjšanja delovanja zbranosti voznika in njegovih upočasnjenih reakcij in odzivov. Največkrat vozniki ne upoštevajo varnostne razdalje, včasih zapeljejo v predor kljub rdeči luči na semaforju pred predorom, se ustavljajo v predorih zaradi toče. Vozniki bi se morali bolj zavedati, da je potrebno dati prednost varnosti in šele kasneje svojim vozilom. Vozniki se tudi ne zavedajo, da je vsako nepotrebno ustavljanje vozil v predorih lahko smrtno nevarno. Takšne primere smo žal imeli v slovenskih predorih tudi v letu 2012. Voznik je ustavil vozilo kar v predoru, nato pa ustavljal druge voznike in jih najverjetneje spraševal po smeri vožnje; podobno se je neki voznik ustavil pred predorom Šentvid, prav tako ustavljal in spraševal voznike kar na AC pred predorom. V obeh primerih se je vse srečno končalo, lahko pa bi se zgodila zelo huda tragedija.

Nekdo pa si je celo privoščil tek skozi AC-predor, čeprav je hoja po AC strogo prepovedana. Zagotovo se ni niti malo zavedal, kako zelo s takšnim delovanjem ogroža svoje življenje. Pločniki v predorih niso namenjeni teku, namenjeni so

vzdrževalcem predora, v primeru nesreče pa za umik oseb s cestišča in LED svetilkam za vodenje prometa. Signal mobilne telefonije v predorih ni namenjen pogovarjanju voznikov pri vožnji skozi predor, vendar se nekateri vozniki tega žal ne zavedajo. Mobilni telefon mora biti med vožnjo izklopljen, saj že samo zvonjenje zmoti zbranost voznika. Mobilni telefon se v predorih lahko uporabi izključno samo v primeru nezgode ali okvare vozila, kadar voznik potrebuje pomoč (<http://www.24ur.com/novice/slovenija/video-poletje-minilo-v-znamenju-novih-neumnosti-na-cesti.html>).

Nekateri vozniki se ob dogodkih, ko se zgodi nezgoda, tudi izven predora ali ko potekajo obnovitvena dela na cestišču, ne zavedajo, da morajo nadaljevati vožnjo. Večkrat se dogaja, da v takšnih primerih mnogi vozniki po nepotrebnem upočasnjujejo hitrost ali se celo ustavljajo ter niso osredotočeni na smer vožnje. S takšnim delovanjem povzročajo nevarnost nastanka nezgode za njimi, velikokrat prav zaradi takšnih primerov pride do zastojev v predorih.

Včasih v predor zaide žival, ki lahko povzroči nesrečo. Na varno vožnjo skozi predor pa vpliva tako ustrezno kvalitetno in nepoškodovano cestišče, kot tudi sam predor. Nezgodo lahko povzroči tudi razsutje različnih tovorov ali razlitje raznih tekočih snovi po cestišču, še posebej nevarno je, če gre za vnetljivo snov. V takem primeru je nevarnost tragičnega dogodka zelo velika (Interno gradivo družbe Dars).

Za zmanjšanje števila nesreč v predorih bi morali spremeniti tudi miselnost. V prometu se je največkrat dogajalo tako, da se je šele po več hudih prometnih nezgodah skoraj na istih krajih začelo ukrepati. Enako je tudi pri predorih, vse potencialne možnosti za nevarno vožnjo skozi predor bi morali bolj predvideti že pri gradnji, v projektnih načrtih ter pred odprtjem predora. Bolje je vse možnosti predvideti že prej, kot da kasneje umre nekaj ljudi in se šele potem ukrepa z določenimi spremembami. V Sloveniji je bilo žal kar nekaj primerov v predorih, ki so bili odprti, toda varnostno niso ustrezali in so jih kasneje ponovno urejali in spreminjali. Dogajalo se je, da je bilo neustrezno spolzko cestišče v predoru, odpadel je omet, bila je velikokrat velika sreča, da se niso zgodile nesreče s zelo tragičnimi posledicami.

K večji varnosti v predorih bi pripomogli tudi s boljšim izobraževanjem v avtošolah. Kandidate za voznike bi morali bolj poučiti o varni vožnji skozi predor, o možnih dogodkih in nevarnostih v njih. V slovenskih AC-pedorih je mnogo sistemov, ki lahko zelo izboljšajo varnost pri vožnji skozi predor, ne morejo pa ti sistemi preprečiti norega ravnanja voznikov in njihove nepoučenosti. Po naših ugotovitvah zelo malo ljudi ve, da je radijski signal v predoru namenjen tudi temu, da se v primeru nezgode operater lahko vključi na frekvenco radia in tako posreduje navodila voznikom v predoru. V praksi se je izkazalo, kako slabo so vozniki poučeni o tem, kako ravnati v primeru nezgode v predoru, da ne bi prišlo do tragedije. Vozniki so namreč ob

nezgodi v predoru intervencijskim vozilom popolnoma zaprli pot in s tem zelo povečali čas njihovega prihoda do kraja nezgode. Vozniki bi o tem morali biti bolj poučeni, saj je vsaka izgubljena minuta ob prihodu intervencijskih vozil lahko življenjskega pomena, ne le za eno osebo, ampak več ljudi.

O varni vožnji skozi predore bi morali učiti že otroke v šolah in kasneje v avtošolah, predvsem bi se morali o tem tudi bolj pogovarjati v družini in širši družbi. Prepričani smo, da bi se tako način vožnje mnogih voznikov skozi predore bistveno spremenil. Posledično bi postala vožnja skozi slovenske predore tudi varnejša z manj nezgodami ali celo brez nezgod. To je cilj Vizije 0, ki jo izvaja tudi Slovenija, njen cilj je nič težko telesno poškodovanih in nič mrtvih v cestnem prometu.

#### **4.4 DELOVANJE NADZORNIH CENTROV (OPIS OBISKA V NADZORNEM CENTRU VRANSKO)**

Operaterji v nadzornih centrih budno spremljajo dogajanje na cestni trasi pred predorom in skozi celoten predor. V Sloveniji imamo Republiški center za vodenje prometa Ljubljana, ki se deli na štiri regionalne centre: RNC Ljubljana, RNC Kozina, RNC Vransko in RNC Maribor. Imamo še pet podpornih centrov: PC Hrušica, PC Novo Mesto, PC Postojna, PC Slovenske Konjice in PC Murska Sobota (Interno gradivo družbe Dars).

Mi smo po dogovoru obiskali RNC Vransko, kjer sta nam tamkajšnja operaterja g. Mitja Stojnšek in g. Jure Vasle podrobno predstavila delovanje RNC Vransko.



*Slika 11: Prometni nadzorni center Vransko  
(Vir: Nadzorni center Vransko, Dars, d. d.)*

V nadzornih centrih so usposobljeni operaterji, ki nadzorujejo dogajanje na cesti in v predorih. V primeru nezgode je pomembno, da operater ukrepa zelo hitro, saj je takrat zelo pomembna prav vsaka minuta, da se določeni dogodek ne spremeni v nesrečo ali celo tragedijo.

Operaterji v nadzornem centru imajo zelo odgovorno delo, vsak primer se namreč razlikuje, od operaterja pa je odvisno, kako se v posameznem trenutku odloči in ukrepa. Skoraj nemogoče je namreč točno predvideti, kako se bo situacija ob nezgodi nadaljevala, zato je hitro in pravilno ukrepanje operaterja v nadzornem centru zelo pomembno.

V Trojanski verigi predorov je za nadzor in vodenje vgrajenih več sistemov; da promet poteka nemoteno, so v predore vgrajeni različni sistemi in naprave.



Slika 12: Sistem za avtomatsko detekcijo prometa v RNC Vransko, prikaz za predor Trojane  
(Vir: Nadzorni center Vransko, Dars d. d.)

V predorih so vgrajeni sistemi za vodenje in nadzor, požarno javljanje, video nadzor, vodenje in registracijo prometa, za nadzor in koncentracijo CO in vidljivosti, radijskih zvez, klica v sili, električnega napajanja, brezprekinitvenega napajanja, razsvetljava in ventilacije predora. Vsi sistemi so združeni v vodenje in nadzor, ki dežurnim operaterjem v nadzornem centru omogoča pregled nad prometom, ki se odvija skozi predor, in pregled nad stanjem vseh sistemov, ki so vgrajeni v predore.

Zaradi prometnih razmer v predoru, ki so lahko vzrok za nezgode z nepredvidljivimi posledicami, je pomembno, da ima dežurna služba celovit pregled nad vsemi podsistemi z možnostjo hitrega ukrepanja. Dežurna služba mora 24 ur dnevno imeti zagotovljen celoten pregled nad vsemi sistemi in podsistemi. Nadzor poteka daljinsko, vse sisteme nameščene v predoru vodi računalniški sistem za vodenje in nadzor. Celotno vodenje je razdeljeno na dva nivoja: 1. nivo, mikroprocesorske lokalne postaje v predoru, in 2. nivo, računalniški sistem v nadzornem centru.

Sistem omogoča daljinsko vodenje preko nadzornega računalnika ali lokalno vodenje predora preko lokalnih postaj iz elektro niš in pogonske centrale. Pri daljinskem načinu ima operater v nadzornem centru možnost izbire med avtomatskim ali ročnim načinom vodenja. Mikroprocesorske lokalne postaje so glavni element za nadzor in vodenje prometa v predoru. V elektro nišah in nišah za klic v sili so nameščene lokalne postaje. Lokalne postaje so vgrajene v razdelilne omare, ki so odporne na prah in vodo. Elektro niše so izolirani prostori znotraj predora, v katerih so vgrajene elektro naprave. Modularno zgrajeni krmilni sistemi pa so lokalne postaje. Osnova je modul računalniškega sistema, ki je sposoben z ukazi izvajati različne časovne, številne, sekvenčne, aritmetične, logične, komunikacijske in regulacijske funkcije. Z glavno postajo so lokalne postaje povezane v lokalno mrežo. Sistem ima značilnost uporabe in prenosa različnih tipov komunikacij z velikimi hitrostmi prenosa podatkov. Med lokalnimi postajami je izvedena povezava z optičnimi kablji. Lokalne postaje krmilijo v predoru vse vgrajene podsisteme in zbirajo podatke raznih senzorjev in detektorjev za informacije, kot so vidljivost, meritve CO, informacije o stanju razsvetljave in še mnogo drugih. Lokalna postaja v pogonski centrali pa vsebuje različne podatke iz video in radio opreme, upravlja kamere in sprejema podatke iz lokalnih postaj v predoru.

Programska oprema lokalnih postaj deluje tako, da zajema podatke iz določenega podsistema v določenem delu predora, jih delno obdelava in prenaša v nadzorni center. Prav tako tudi sprejema in izvaja različne ukaze iz nadzornega centra ali deluje avtonomno, če je komunikacija z nadzornim centrom pretrgana.

Ob normalnem delovanju vsi krmilni sistemi v predoru delujejo avtomatsko. V nadzornem centru operater le spremlja dogajanje, če je potrebno ustrezno ukrepa. Stanje predora se lahko spremlja tudi iz pogonske centrale, saj sta oba računalnika povezana v mrežo.

V nadzornem centru se ob nenavadnem dogodku v predoru z avtomatskim računalniškim sistemom vklopi slika na zaslonu, operaterja opozori na določen dogodek, operater nato ustrezno ukrepa. Takemu alarmnemu dogodku smo bili priča tudi mi ob obisku, operater je na kameri posnetek pogledal časovno nazaj in ugotovili smo, da je bil na srečo le odsev svetlobe, od luči in strehe vozila (Interno gradivo družbe Dars).

## **4.5 PROMETNA SIGNALIZACIJA**

Prof. dr. Kolenc (1997) navaja, da je signalizacija pomembna za obveščanje voznikov in vodenje prometa. Prometna signalizacija je prenos informacij voznikom z opozorili in različnim obveščanjem. Potrebno je, da je pravilno postavljena na pravih mestih, poleg fiksne poznamo tudi premično signalizacijo za občasn postavitev.



Poleg običajnih navadnih prometnih znakov je signalizacija pred predori in v njih sestavljena še iz mnogo drugih različnih naprav, kot so semaforji in spremenljivi prometni znaki. Prednost spremenljivih prometnih znakov je, da se njihov namen lahko spreminja glede na trenutno stanje v prometu. Spremenljivi prometni znaki so tudi bistveno bolj vidni pri močni svetlobi podnevi in tudi ponoči, zato so vozniki običajno na te prometne znake bolj pozorni.

Prometna signalizacija je pri predorih povezana z nadzornimi centri, lahko deluje avtomatsko ali pa jo upravlja operater iz nadzornega centra. Toda kljub temu da je signalizacija zelo pomembna pri obveščanju, je nekateri vozniki ne upoštevajo in včasih tudi ne upoštevajo različnih priporočil in opozoril.

So bili že primeri v Sloveniji, ko so mnogi vozniki zapeljali v predor, čeprav so bile na semaforjih pred predorom vklopljene rdeče luči. S takšnimi dejanji so močno ogrozili svojo varnost in varnost vseh ostalih udeležencev v predoru.

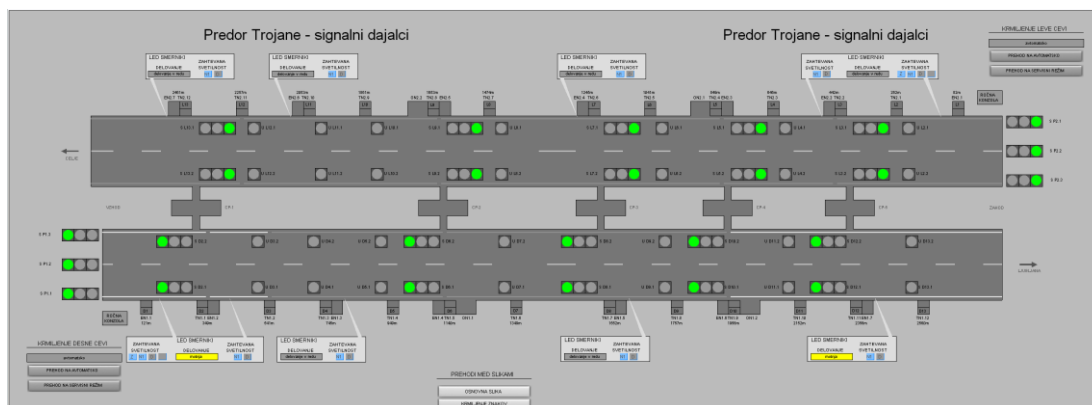
Potrebno je vedeti, da rdeče luči na semaforjih pred predorom niso nikoli vklopljene, če ni za to res utemeljenega razloga, in da je pred rdečimi lučmi na semaforju potrebno obvezno ustaviti.

Prometna signalizacija služi za vodenje prometa v predoru in na območju pred njim. Vgrajeni so enodelni in tridelni prometni semaforji ter osvetljeni in spremenljivi prometni znaki.

Enodelni semaforji z utripanjem so nameščeni pri nišah za klic v sili, krmiljenje teh semaforjev poteka iz lokalne postaje. Ob normalnem delovanju so ti semaforji izklopljeni.

Vklop teh semaforjev se izvede ob detekciji požara, ob signalu vožnje v nasprotno smer, zaustavljenem vozilu ali pešču v predoru. Vklop se izvede tudi v primeru alarma o koncentraciji CO, alarma o koncentraciji vidljivosti, ob odpiranju vrat v nišo klica v sili, aktiviranju sistema klica v sili, ob odpiranju vrat prečnih predorov, ob odpiranju vrat omaric za gasilne aparate in ob izpadu električnega napajanja ventilacije. Semaforji se ob določenih dogodkih vklopijo avtomatsko.

Semaforji so vklopljeni toliko časa, dokler je prisoten vzrok za vklop. Operater v nadzornem centru ima možnost na lastno odgovornost ročno vklopiti ali izklopiti vse utripajoče semaforje v eni predorski cevi.



Slika 13: Prikaz semaforjev v predoru Trojane, kot jih vidi operater na računalniku za nadzor prometa v predoru (semaforji delujejo avtomatsko ali jih ročno opravlja operater iz RNC Vransko)

(Vir: Nadzorni center Vransko, Dars, d. d.)

Tridelni semaforji so nameščeni na portalih pred predorom in pred odstavnimi nišami. Ob normalnem delovanju predora svetijo zeleno, imajo pa tudi možnost utripanja rumene luči. Utripanje rumene luči na trodelnih semaforjih se izvede istočasno z ostalimi enodelnimi semaforji z utripajočo rumeno lučjo. Privzeti način krmiljenja je avtomatski, semaforji se krmilijo iz lokalne postaje, to pomeni, da se semaforji avtomatsko preklonijo na rumeno utripajočo luč ob določenih zaznanih dogodkih. Krmiljenje semaforjev je možno tudi daljinsko, iz nadzornega centra, in ga izvede operater. Lahko se krmiljenje izvede tudi ročno iz lokalne pogonske centrale in iz omaric za ročno uporabo semaforjev pred portali.

Vklop rdeče luči na tridelnih portalnih semaforjih se izvede ob detekciji požara, primeru vožnje v nasprotno smer, alarmni koncentraciji CO, alarmni koncentraciji vidljivosti in ob daljšem izpadu napajanja predora z električno energijo.

Ob avtomatskem vklopu rdeče luči ostane semafor v stanju rdeče, dokler je prisotna zahteva za rdeči semafor. Možnost ročnega preklopa na rdečo luč ima tudi operater v nadzornem centru, če oceni, da v predoru obstaja določena nevarnost. Operater v nadzornem centru lahko za določen čas vklopi rdeče luči na semaforjih in zapre predor tudi ob zastojih pred predorom. To stori takrat, ko oceni, da bi bilo preveliko tveganje za nastanek nezgode, če bi vozila čakala v koloni v predoru, zato zaradi varnosti predor občasno zapira, promet pa poteka izmenično. Takšni primeri so se zgodili letos v poletni turistični sezoni ob povečanju prometa, ko so za določen čas zapirali predore Šentvid, Karavanke in Dekani.

Pedor je opremljen s spremenljivimi prometnimi znaki, ki so na vstopnih portalih pred predorom in v predoru na določeni razdalji. Tudi spremenljivi prometni znaki delujejo avtomatsko z možnostjo ročnega daljinskega krmiljenja iz nadzornega



centra. Nameščen je enopomenski znak za prepoved prehitevanja tovornjakov, ki se avtomatsko izklopi pri vklopu rdeče luči na tridelnem semaforju pred predorom.

Predori imajo petpomenski spremenljivi znak, ki ob normalnem delovanju predora prikazuje omejitev hitrosti 80 ali 100 km/h. Hitrost 80 do 100 km/h je po raziskavah najboljša za normalen in nemoten potek prometa skozi predor. Ob vklopu tridelnega semaforja pred predorom na utripajočo rumeno luč, ki pomeni splošno nevarnost, se le-ta preklopi na 60 km/h in označbo (!). Ob preklopu tridelnega semaforja pred predorom na rdečo luč se znak izklopi.

Predori so opremljeni še s šestpomenskim spremenljivim znakom, ki ob normalnem delovanju prikazuje omejitev hitrosti 80 ali 100 km/h, pri preklopu tridelnega semaforja pred predorom se spremeni na 60 km/h in znak splošna nevarnost (!). V primeru vklopa rdeče luči na tridelnem semaforju pred predorom se na znaku vklopi napis, ki prikazuje prepoved prometa (STOP). Znak omogoča tudi nastavitve naslednjih vsebin : 100, 80, 60, 40, 60/! – izmenično, 40/! – izmenično, STOP in pa možnost izklopa znaka. Iz nadzornega centra signalizacijo ročno lahko upravlja operater kadarkoli in poleg že znanih vsebin vstavi še nekatere določene vsebine, kot so: Vozite previdno, Spolzko cestišče, Upoštevajte varnostno razdaljo, Ovira na odstavnem pasu, Predor zaprt, Delo na cesti, Zastoj. Operater v nadzornem centru lahko preko računalnika vpiše in posreduje tudi vsebine, ki jih sestavi sam, glede na to, kaj je potrebno voznike obveščati.

V predorih so še osvetljeni znaki, to so znaki z notranjo osvetlitvijo in znakom klic v sili ter znakom odstavna niša. Ti znaki so ob normalnem delovanju vklopljeni (Interno gradivo družbe Dars).



*Slika 14: Prometna signalizacija pred vstopom v predor Trojane iz smeri Štajerske proti Ljubljani  
(Vir: Lasten)*

#### **4.6 RADIJSKE ZVEZE IN OZVOČENJA**

V predorih, daljših od 500 metrov, je nameščena radijska naprava, ki omogoča radijsko zvezo s frekvencami, kot so predpisane na prostem. Komuniciranje v predoru je omogočeno za naslednje službe: policija, reševalci, gasilci in vzdrževalci.

Daljši predori so opremljeni tudi s UKV-signalom Radia Slovenija, VAL-a 202, ki podpira tudi RDS-signal za obveščanje uporabnikov. Prednost radijskega signala v predorih je v tem, da se ob morebitnem izrednem dogodku lahko operater iz nadzornega centra vklopi preko frekvence radijskih postaj in posreduje podatke voznikom o tem, kako naj ukrepajo. V mesecu juliju je Radio Slovenija skupaj z družbo Dars, d. d., posodobil sisteme z oddajniki radijskega signala. Tako je v predorih Kastelec, Dekani, Barnica, Podnanos, Šentvid in vseh štirih trojanskih predorih možno spremljati program Radia Si in vseh štirih radijskih postaj Radia Slovenija.

Na regionalnem območju sta v predorih slišna tudi Radio Maribor in Radio Koper. V predorih Golo rebro, Debeli hrib, Mali vrh, Karavanke, Cenkova in Golovec je trenutno slišen program VAL 202 do konca leta 2012 bodo tudi v teh predorih slišni vsi štirje programi Radia Slovenija. Radijske postaje so pomembne zaradi prometnih informacij.

Z vidika varnosti v predorih so radijski signali pomembni tudi zato, ker se ob pojavu izrednega dogodka v predoru operater iz nadzornega centra lahko neposredno vključi v program vseh radijskih postaj in posreduje navodila voznikom v predoru.



*Slika 15: Tabla pred predorom, ki obvešča voznike, da je v predoru radijski signal namenjen posredovanju prometnih informacij in v primeru nesreče navodil za reševanje iz predora  
(Vir: Lasten)*

Običajno so ob vseh vstopih v predor in v odstavnih nišah predora postavljeni zvočni signalniki, ki služijo posredovanju navodil operaterja iz nadzornega centra voznikom. Operater iz nadzornega centra posreduje sporočila in navodila, kaj naj storijo v primeru nezgode v predoru. Raziskava, v kateri so uporabili različne svetlobne vire, je pokazala, da v dimu svetloba ne zadostuje. Nobena svetlobna označba v gostem dimu namreč ni vidna na razdalji, daljši od 1,5 metra. Zato morajo biti v predorih zasilni izhodi opremljeni tudi z zvočnimi signalniki, ki nudijo v primeru nezgode smerno obvestilo o položaju izhoda (Interno gradivo družbe Dars).



Slika 16: Zvočni signalniki v predoru  
(Vir: Lasten)

#### 4.7 SISTEM ZA VIDLJIVOST IN MERJENJE CO

Predori imajo vgrajen sistem, ki ves čas kontrolira količino ogljikovega monoksida, zadimljenosti ter zmanjšanje vidljivosti v predoru oziroma posamezni predorski cevi zaradi izpušnih plinov ali kakšnih drugih vzrokov. Količina CO in zadimljenosti v predoru se meri na dveh ali več merilnih mestih v predoru ali vsaki cevi pri dvocevnih predorih. Signali merilnih naprav so vključeni v nadzorno krmilni sistem v najbližji niši. V sistemu so stopenjsko določene mejne vrednosti CO in vidljivosti, obe vrednosti sta nastavljeni v dveh stopnjah. Pri prekoračitvi prve stopnje se v nadzornem centru sproži opozorilo, pri prekoračitvi druge stopnje pa alarm. Glede na prejete podatke nadzorno krmilni sistem upravlja prometno signalizacijo.

CO se meri od 0 ppm naprej, do 150 ppm je koncentracija še v normalni vrednosti, ko sistem zazna preseženo koncentracijo nad 80 ppm, sproži opozorilo. Pri koncentraciji nad 150 ppm se samodejno vklopi alarm in se v predoru zmanjša hitrost na 60 km/h, pri koncentraciji, višji od 300 ppm, se predor zapre.

Vidljivost se meri od 1 k do 15 k, do 7 k pomeni, da je vidljivost normalna pri višji vrednosti od 7 k, sistem sporoči opozorilo. Med 7 k in 14 k se zmanjša hitrost vožnje skozi predor na 60km/h, pri vrednosti, višji od 14 k, se predor zapre.

V Sloveniji običajno ni večjih težav v predorih z vidljivostjo in koncentracijo CO, nekoliko slabša vidljivost in povečana koncentracija CO se včasih pojavita v predoru Karavanke, v vseh ostalih predorih je običajno vidljivost zelo dobra in koncentracija CO nizka (Interno gradivo družbe Dars).

#### **4.8 RAZSVETLJAVA IN PREZRAČEVALNI SISTEM**

Pravilna razsvetljava je izrednega pomena za varnost v predoru, še posebej je nevarno ob vstopu v predor in izstopu iz njega, če osvetlitev predora ni pravilna. Kadar sije sonce in voznik zapelje v predor, kjer ni ustrezne osvetlitve, je velika razlika med zunanjo svetlobo in svetlobo v predoru, zato voznikove oči potrebujejo določen čas, da se popolnoma prilagodijo na manjšo svetlobo. Prav ta trenutek je lahko usoden za nastanek nezgode. Enak pojav se zgodi ob vožnji iz predora, zato je pomembno, da je predor osvetljen tako, da je ob prehodu v predor in iz njega ta vpliv čim manjši. Za varnost je potrebno, da je celoten predor dovolj dobro osvetljen.

Priporočljivo in tudi varneje je, da so osvetljeni tudi krajši predori, ni pa potrebe za prezračevalni sistem pri krajših predorih, do dolžine 700 metrov. Krajši predori, dolžine do 700 m, se namreč dovolj prezračujejo tudi brez vgrajenih prezračevalnih sistemov.

V predorih je nameščena razsvetljava cestišča oziroma prostora v predoru, vgrajen pa je tudi sistem za zasilno razsvetljavo in dodatno razsvetljavo odstavnih niš in prečnih povezovalnih rovov. Ponoči morajo biti osvetljena tudi območja portalov izven predorskih cevi.

Osvetlitev predora je na različnih delih predora različna - spreminja se glede na zunanjo svetlobo. Ob normalnem delovanju se osvetlitev predora krmili avtomatsko, lahko pa jo ročno in daljinsko upravlja operater iz nadzornega centra, ki lahko osvetlitev spreminja z različnimi stopnjami. V primeru detekcije požara se vklopi celotna razsvetljava v predoru.





*Slika 17: Predor z razsvetljavo in prezračevalnim sistemom  
(Vir: Lasten)*

V daljših predorih so na vsaki strani cestišča na robniku svetilke z LED-diodami, ki pripomorejo k boljšemu vodenju prometa skozi predor. V smeri vožnje na desni strani svetijo rdeče, na levi strani belo. V nekaterih predorih lahko svetijo tudi v modri barvi. Tudi te svetilke se krmilijo avtomatsko, v primeru izrednega dogodka začnejo utripati, skupaj z rumenimi utripajočimi lučmi na semaforjih.

Predori so praviloma opremljeni tudi s smerno oziroma evakuacijsko razsvetljavo; sestavljena je iz svetilk na steni predora. Ob požaru se dim dviga proti stropu predora in svetloba v predoru se zelo ali pa celo popolnoma zmanjša, zato so smerne svetilke postavljene na takšni višini, da jih osebe v predoru opazijo. Na svetilkah so s puščicami označene smeri izhoda v sili in dolžina poti, do izhoda v sili. Na podlagi označb se oseba lahko odloči, v katero smer mora iti, da bo čim hitreje prišla na varno mesto preko izhoda v sili. Smerne svetilke lahko svetijo ves čas ali se vklopijo avtomatsko v primeru požara, glede na to, na kateri lokaciji v predoru je požar. Smerne svetilke se lahko upravlja tudi daljinsko ali ročno iz nadzornega centra.



Slika 18: Smerna svetilka v predoru  
(Vir: Lasten)

Poznamo tudi smerne luminiscenčne table, ki delujejo enako kot smerne svetilke, vendar za svoje delovanje ne potrebujejo električne energije. Delujejo tako, da se napolnijo s svetlobo ob osvetlitvi predora in v primeru teme svetijo še okoli tri ure. Označene so enako, s puščicami za izhod v sili, kot smerne svetilke, njihova prednost je predvsem v tem, da delujejo tudi, če v predoru ni električne energije.

Za prezračevanje so predori opremljeni s prezračevalnim sistemom, ventilatorji za odvod onesnaženega zraka in dovod svežega zraka, kar prispeva k boljši vidljivosti v predoru, in pa za primer požara, za odsesavanje dima iz predora. Prezračevanje se upravlja avtomatsko samo v primeru požara. V predorih so nameščeni merilniki vzdolžne hitrosti zraka, na podlagi teh merilnikov deluje prezračevanje odvisno od smeri in hitrosti zraka, pomembna je tudi lokacija požara, posamezni ventilatorji začnejo delovati avtomatsko v obeh ceveh predora, če je predor dvocevni.

Ob požaru v eni predorski cevi, se vozniki rešujejo skozi drugo predorsko cev, zato je zelo pomembno delovanje ventilatorjev v obeh ceveh. Zaradi reševanja skozi drugo predorsko cev je potrebno v primeru požara v eni predorski cevi zapreti tudi drugo predorsko cev oziroma celotni predor. Pomembno je, da je med predorskima cevema dovolj prečnih prehodov za dostop reševalcev in tudi evakuacijo oseb in morebitnih ponesrečencev. V cevi, kjer ni požara, se s pomočjo zadostnega delovanja ventilatorjev v nasprotni smeri vožnje ustvari nadtlak, da se ne bi dim razširil še v drugo predorsko cev, saj se tako prepreči tudi, da ne bi prišel dim v

sosednjo predorsko cev na vstopnem portalu predora. Mnogo težje pa je reševanje iz enocevne predora, kjer je veliko težji tudi dostop reševalcev. Pri enocevnem predoru je dostop in reševanje mogoče le preko vstopa in izstopa v predor, lahko tudi po ubežnem rovu, če ga predor ima. Iz nadzornega centra je možno tudi ročno vklopjanje ventilatorjev v primeru prekoračitve CO in vidljivosti ali v času vzdrževalnih del v predoru. Avtomatsko delovanje prezračevanja se vklopi, kadar se zazna požar z linijskim javljalnikom, ob dvigu gasilnega aparata v predoru, kadar se sproži ročni javljalik požara, lahko tudi preko ročnega javljanja požara iz nadzornega centra (Interno gradivo družbe Dars).

## 5 VIDEOSISTEMI

Vsi daljši slovenski AC-predori so popolnoma, torej v celoti, pokriti z videonadzorom. Videonadzor se upravlja daljinsko iz nadzornih centrov, kjer dežurna služba 24 ur na dan spremlja promet in dogajanje pred predori in v njih. V primeru kakršnih koli izrednih dogodkov ustrezno ukrepajo po vnaprej določenih navodilih. Nadzorni centri so opremljeni tako, da ima operater preko monitorjev pregled na celotno AC-traso. Operater lahko ročno izbira, s katere kamere bo spremljal sliko, ali pa sistem deluje avtomatsko. Sistem ob izrednih dogodkih, kot je splošna motnja, zaustavitev vozila, nasproti vozeče vozilo, zastoj, počasi se premikajoče vozilo, včasih celo oseba v predoru, vklopi snemanje in operaterju v nadzornem centru posreduje alarm.

V nadzornem centru se avtomatsko vklopi slika kamere, kjer je bil zaznan izredni dogodek, operater ima tudi možnost takoj preveriti in pogledati posnetek za nazaj. Kamere so v predorih nameščene na vsakih 80 m, pokrivajo pa 100 m določene površine v predoru ali pred njim, kar pomeni, da je prav vsak del predora popolnoma nadzorovan z videokamerami. S kamerami so pokriti tudi prečni prehodi v dvocevnih predorih, daljših od 1000 metrov.

V predorih so nameščene različne kamere, digitalne barvne fiksne ali vrtljive. Kamere so lahko v visoki ločljivosti in z možnostjo približevanja slike. Pri vrtljivih kamerah ima operater v nadzornem centru možnost, da jih preko sistema obrača na želeno področje. Pri kamerah z možnostjo približevanja lahko operater v nadzornem centru na ekranu približa sliko in si podrobneje ogleda določen dogodek.

Kamere poleg prenašanja slike v nadzorni center služijo tudi za posredovanje pretoka vozil oziroma podatke, koliko vozil pelje skozi predor v določeni časovni enoti, lahko se opredeli samo na osebna, samo na tovorna vozila ali ves promet. Meri se hitrost vozil, ob našem obisku RNC Vransko je bila najnižja 89 km/h, povprečna 112 km/h in najvišja kar 158 km/h, omejitev skozi predor v času našega obiska je bila 100 km/h. Prav tako se podatki o hitrosti lahko opredelijo skupaj za vsa vozila ali ločeno, samo za osebna ali samo za tovorna vozila. Iz teh podatkov lahko sklepamo, da zelo veliko voznikov ne upošteva omejitve hitrosti v predoru.



Meri se lahko tudi časovni razmik med vozili in časovna zasedenost. Operaterji v nadzornih centrih so velikokrat začudeni nad neumnostmi, ki jih povzročajo vozniki s svojim ravnanjem, tako pred predori, kot tudi v njih (Interno gradivo družbe Dars).

## 6 ZAKLJUČEK

Skozi nalogo Varnost v predorih smo na podlagi statističnih podatkov, podatkov EuroTAP-a in lastnih opazovanj ugotovili, da so slovenski predori zelo varni, podrobneje smo se osredotočili na AC-predore. Prav vsi AC-predori so zelo dobro opremljeni z varnostnimi sistemi. Najmanj varen je predor Karavanke, vendar naj bi v prihodnje tudi tega posodobili in nadgradili s novejšimi varnostnimi sistemi. Najpomembneje pa je, da se zgradi še ena predorska cev.

Po pridobljenem dovoljenju s strani družbe Dars, d. d., smo si ogledali RNC Vransko, kjer sta nam operaterja g. Mitja Stojnšek in g. Jure Vasle podrobno predstavila delovanje nadzornega centra. Predstavila in opisala sta nam vse sisteme, namenjene varnosti, ki so nameščeni v predorih, priskrbela sta nam tudi gradivo in odgovorila na vsa vprašanja po elektronski pošti. Pokazala in opisala sta nam tudi, kako ukrepajo ob izrednih dogodkih, s tem sta veliko pripomogla k ustvarjanju našega diplomskega dela. Ker vozniki skozi predore ne upoštevajo zadostne varnostne razdalje med vozili, bi bilo dobro v predor postaviti svetleče prometne znake, ki bi se vklopili, ko bi vozilo prevozilo senzor s prekратko varnostno razdaljo. Svetleči znak bi moral biti prikazan tako, da je nevarnost za nastanek trka med vozili, izmenično pa bi se preklapljal na napis VARNOSTNA RAZDALJA.

Po naših ugotovitvah bi morale biti odstavne niše bolj osvetljene, tudi to bi pripomoglo k večji varnosti v predorih. Pomanjkljivost v Sloveniji je tudi, da običajno vozniki, ki kršijo cestno prometna pravila v predorih, niso kaznovani. Po zakonodaji namreč Dars, d. d., ne posreduje posnetkov kršiteljev Policiji, razen v izrednih primerih, ko to Policija izrecno zahteva. V nekaterih državah posnetki nadzornih kamer povsem zadoščajo za kaznovanje kršiteljev. Največjo nevarnost pri vožnji skozi predore predstavljajo prav nespametni vozniki.

Nesreč je zelo malo, glede na podatek, koliko vozil prevozi predore vsak dan in kako ga nekateri vozniki prevozijo; je pa res, da ko se zgodi, se lahko hitro spremeni v tragedijo. Reševalne ekipe za reševanje v predorih so zelo dobro usposobljene, kar se je pokazalo ob nesreči v predoru Trojane leta 2010.

Pomanjkljivost je tudi v tem, da Slovenija nima helikopterja, ki bi bil opremljen z medicinsko opremo in namenjen reševanju v prometnih nesrečah, čeprav je pri vseh večjih AC-pedorih v načrtu zgrajen tudi prostor za pristanek helikopterja.

Želimo vam srečno in varno vožnjo skozi predore.

## 7 LITERATURA IN VIRI

- Cigale, D. in skupina avtorjev. (2002). *Promet in okolje*. Ljubljana: Svet za varstvo okolja Republike Slovenije.
- DARS, d.d. (2012). *Nadzorni center Vransko in Interno gradivo družbe Dars*.
- Jakomin, L. in skupina avtorjev. (1996). *Kaj moram vedeti o cestnem prometu*. Portorož: Fakulteta za pomorstvo in promet.
- Evans, L. (2010). *Traffic Safety*. Michigan: Science Serving Society Bloomfield Hills.
- Generalna policijska uprava Ministrstvo za notranje zadeve – Policija. (2012). *Statistični podatki prometnih nesreč v predorih*.
- Herynek, B., Pivec, B. (2010). *Prevoz Tovora*. Celovec: Mohorjeva družba.
- Korsika, M. (16. 05. 2012). *V nišah v predorih v 2 letih 8 mrtvih*. Slovenske novice, str. 2. Ljubljana: Delo d. d.
- Kunstler, M., Kočevar, B., Bole D., Mladenovič M., Može, V. (2009) *Varna vožnja*. Ljubljana: Avto-moto zveza Slovenije.
- Leksikon CZ (1988). Ljubljana: Cankarjeva založba.
- Poženel, B. (April, 2012). *Voziš ali telefoniraš? Oboje ne gre!* Motorevija, str. 8. Ljubljana: Avto-moto zveza Slovenije.
- Kolenc, J. (1997). *Infrastruktura cestnega prometa*. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za pomorstvo in promet.
- Rendla, S., Čermel, S., Močnik, E. (1983). *Enciklopedija tehnike*. Ljubljana: Cankarjeva založba.
- Zajc, L. (2010). *Predmet Varnost v prometu in varstvo pri delu*. Zapiski predavanj.

## Spletne strani:

- AMZS. <http://www.amzs.si/default.aspx>. (Dostopno 8. 12. 2012).
- Analiza ukrepanja pri požarnem dogodku v predoru Trojane, 20. 1. 2010. <http://www.vizijavarnosti.com/vsebina/2010/download/porocilo-pozar-trojanskipredor.pdf> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Avtocesta A1. [http://sl.wikipedia.org/wiki/Avtocesta\\_A1](http://sl.wikipedia.org/wiki/Avtocesta_A1). (Dostopno 3. 11. 2012),
- Avtocesta povezala vzhod in zahod . <http://24ur.com/novice/slovenija/avtocesta-povezala-vzhod-in-zahod.html#video> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Del predora že zaprt. <http://24ur.com/novice/slovenija/odprli-predor-sentvid.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Evpalinov tunel. [http://sl.wikipedia.org/wiki/Evpalinov\\_tunel](http://sl.wikipedia.org/wiki/Evpalinov_tunel) (Dostopno 3. 11. 2012).
- Gašenje z vodno meglo. <http://www.zarja.com/File/VODNA%20MEGLA/034804.PDF> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Kaj se zgodi, ko se v predoru Trojane nesreča zgodi in tovornjak zagori? <http://www.had.si/blog/2010/01/22/kaj-se-zgodi-ko-se-v-predoru-trojane-nesreca-zgodi-in-tovornjak-zagori/> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Kako (ne)varni so naši predori? <http://www.val202.si/2012/03/kako-nevarni-so-nasi-predori/> (Dostopno 8. 12. 2012).
- Kako nevarne so odstavne niše v avtocestnih predorih? <http://24ur.com/novice/slovenija/kako-nevarne-so-odstavne-nise-v-avtocestnih-pedorih.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Koroška skupaj s Slovenijo podpira dvocevni karavanški predor. <http://www.dnevnik.si/clanek/1042475943> (Dostopno 8. 12. 2012).
- Ko se ti pred očmi podira hiša, ne moreš spati. <http://www.dnevnik.si/clanek/160383>
- (Dostopno, 3. 11. 2012).
- Načrt zaščite in reševanja ob nesrečah v cestnih predorih Trojane in Podmilj. <http://www.sos112.si/db/priloga/izpostava/p13673.pdf> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Načrt zaščite in reševanja ob nesrečah v predorih. <http://www.sos112.si/db/priloga/izpostava/p3639.pdf> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Najhujše nesreče v predorih. <http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/default.asp?id=2010012205505775&ka j=3> (Dostopno 3. 11. 2012).

- Neverjetno, a resnično: posnetki neumnih voznikov na naših cestah. <http://www.24ur.com/novice/slovenija/video-poletje-minilo-v-znamenju-novih-neumnosti-na-cesti.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Obratni načrt zaščite in reševanja ob nesrečah v predoru Karavanke. [http://www.dars.si/Dokumenti/2\\_Objekti\\_na\\_AC/Karavanke%20-%20nacr%20ZIR%20ver\\_%203\\_0.pdf](http://www.dars.si/Dokumenti/2_Objekti_na_AC/Karavanke%20-%20nacr%20ZIR%20ver_%203_0.pdf) (Dostopno 3. 11. 2012).
- Predor. <http://sl.wikipedia.org/wiki/Predor> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Primorska avtocesta končana. <http://24ur.com/novice/slovenija/primorska-avtocesta-koncana.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Skozi šentviški predor v nasprotni smeri. <http://www.delo.si/clanek/97260> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Slovenija in Avstrija pozabili na varnost v Karavanškem predoru. [http://www.dnevnik.si/tiskane\\_izdaje/dnevnik/1042463917](http://www.dnevnik.si/tiskane_izdaje/dnevnik/1042463917) (Dostopno 3.11.2012)
- Slovenija in Avstrija pozabili na varnost v karavanškem predoru. <http://www.elea.si/slovenija-in-avstrija-pozabili-na-varnost-v-karavanskem-pedoru-si> (Dostopno 3. 11. 2012).
- So naši predori varni in opremljeni kot drugje v Evropi. <http://www.drc.si/Portals/1/Referati/T2-Cepon.pdf> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Švica: V prometni nesreči umrlo 22 otrok. <http://www.delo.si/novice/svet/svica-v-prometni-nesreci-umrlo-22-otrok.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Trčil v odstavno nišo in umrl. <http://www.24ur.com/novice/crna-kronika/nesreca-v-pedoru-kastelec-blokirala-promet.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Načrt zaščite in reševanja ob nesrečah v predoru Kastelec. [http://www.dars.si/Dokumenti/2\\_Objekti\\_na\\_AC/Pedor%20Kastelec%20-%20Nacr%20ZIR%20ver%202\\_0.pdf](http://www.dars.si/Dokumenti/2_Objekti_na_AC/Pedor%20Kastelec%20-%20Nacr%20ZIR%20ver%202_0.pdf) (Dostopno 3. 11. 2012).
- Trčil v steno odstavne niše predora. <http://web.vecer.com/portali/vecer/v1/default.asp?kaj=3&id=2012050805781057> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Tretja smrt v odstavni niši. <http://www.primorske.si/Kronika/Tretja-smrt-v-odstavni-nisi.aspx> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Uredba o tehničnih normativih in pogojih za projektiranje cestnih predorov v Republiki Sloveniji. [http://www.google.si/url?sa=t&source=web&cd=21&ved=0CBQQFjAAOBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.mzp.gov.si%2Ffileadmin%2Fmzp.gov.si%2Fpage\\_uploads%2FUredba\\_predori.doc&rct=j&q=Pravni%20vir%20za%20varnost%20v%20predorih&ei=MLy9TeWmHsiaOqvqrMoF&usq=AFQjCNFwxhAFhMu6omrbospPq98wHke99A&sig2=DIIorPZDr3AfmsEaq1IXxg&cad=rja](http://www.google.si/url?sa=t&source=web&cd=21&ved=0CBQQFjAAOBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.mzp.gov.si%2Ffileadmin%2Fmzp.gov.si%2Fpage_uploads%2FUredba_predori.doc&rct=j&q=Pravni%20vir%20za%20varnost%20v%20predorih&ei=MLy9TeWmHsiaOqvqrMoF&usq=AFQjCNFwxhAFhMu6omrbospPq98wHke99A&sig2=DIIorPZDr3AfmsEaq1IXxg&cad=rja) (Dostopno 3. 11. 2012).

- V predoru Dekani umrla 37-letna voznica. <http://24ur.com/novice/crna-kronika/v-predoru-vozilo-trcilo-v-odstavno-niso.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- V predoru Golovec zaradi prometne nesreče nastal daljši zastoj. [http://www.siol.net/novice/crna\\_kronika/2012/07/v\\_predoru\\_golovec\\_zaprta\\_dva\\_vezna\\_pasa.aspx](http://www.siol.net/novice/crna_kronika/2012/07/v_predoru_golovec_zaprta_dva_vezna_pasa.aspx) (Dostopno 3. 11. 2012).
- V predoru Karavanke plinska bomba. <http://www.slovenskenovice.si/crni-scenarij/doma/v-predoru-karavanke-plinska-bomba> (Dostopno 3. 11. 2012).
- V predoru zapeljal v zid in umrl. <http://www.24ur.com/novice/crna-kronika/huda-nesreca-v-predoru-kastelec.html> (Dostopno 3. 11. 2012).
- V soboto nova tragična nesreča v predoru Kastelec. <http://www.primorske.si/Kronika/V-soboto-nova-tragicna-nesreca-v-predoru-Kastelec.aspx> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Video: Celoten posnetek nesreče do trenutka, ko je predor Trojane zajel črni dim. <http://www.dnevnik.si/kronika/1042331707> (Dostopno 3. 11. 2012).
- Voznik trčil v odstavno nišo v predoru Trojane. <http://www.dnevnik.si/novice/kronika/1042529098> (Dostopno 3. 11. 2012).

## 8 KAZALO SLIK

Slika 1: Evpalinov predor, desno na sliki zgrajen jarek za vodo .....	4
Slika 2: Predor skozi skalo v Dovžanovi soteski .....	5
Slika 3: Cesta v notranjosti predora v Dovžanovi soteski.....	5
Slika 4: Ročni sistem za javljanje požara in klica v sili pred predorom .....	8
Slika 5: Omarica v predoru z gumbom za klic v sili, požar, s telefonom in gasilnim aparatom.....	11
Slika 6: Vhod v predor Karavanke v času obnovitvenih del v predoru.....	14
Slika 7: Stavbe nad predorom Trojane .....	16
Slika 8: Robniki v predoru z odprtini za primer razlitja tekočih snovi .....	21
Slika 9: Požar v predoru Trojane .....	23
Slika 10: Odstavna niša v predoru.....	27
Slika 11: Prometni nadzorni center Vransko.....	30
Slika 12: Sistem za avtomatsko detekcijo prometa v RNC Vransko, prikaz za predor Trojane.....	31
Slika 13: Prikaz semaforjev v predoru Trojane, kot jih vidi operater na računalniku za nadzor prometa v predoru (semaforji delujejo avtomatsko ali jih ročno opravlja operater iz RNC Vransko) .....	34
Slika 14: Prometna signalizacija pred vstopom v predor Trojane iz smeri Štajerske proti Ljubljani .....	36
Slika 15: Tabla pred predorom, ki obvešča voznike, da je v predoru radijski signal namenjen posredovanju prometnih informacij in v primeru nesreče navodil za reševanje iz predora.....	37
Slika 16: Zvočni signalniki v predoru .....	38
Slika 17: Predor z razsvetljavo in prezračevalnim sistemom.....	40
Slika 18: Smerna svetilka v predoru .....	41

## 9 KAZALO TABEL

Tabela 1: Statistika prometnih nesreč v predorih za obdobje od leta 2008 do 2011	24
Tabela 2: Statistika prometnih nesreč v predorih za obdobje od 1. 1. 2012 do 30. 11. 2012.....	24

## 10 KRATICE IN AKRONIMI

AC – avtocesta

HC – hitra cesta

CO – ogljikov monoksid

NC – nadzorni center

RNC – regionalni nadzorni center

PC – podporni center

GB – gasilska brigada

PGE – prostovoljno gasilska enota

CPV – center požarne varnosti

*EuroTAP* – European Tunnel Assessment Programme, Evropski varnostni program za predore

Ppm – Parts per milion, Enota za merjenje koncentracije